
الأسس العلمية
لعلاج وترميم وصيانة
الكتب والمخطوطات
والوثائق التاريخية
Bibliotheca Alexandrina
0022005
عبد المعز شاهين
الهيئة المصرية العامة للكتاب

الأسس العلمية

لعلاج وترميم وصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية

تأليف
عبد المعز شاهين



الهيئة المصرية العامة للكتاب
١٩٩٠

الاخراج الفنى

ماجده البنا

اهـداء

احياء لذكرى أبى ...

ومن وحى عطائه ....

أهدى هذا الكتاب ....

الى زوجتى وأبنائى ....

والى كل من يخلص السعى فى سبيل أعلاء

معانى الحق والخير والجمال ....

راجيا أن أكون به قد وفيت

قسطا من دين بلادى ....

عبد المعز شاهين

الباب الأول

الأسس العلميــة
للعلاج والترميم والصيانة

مقدمــــة

تقوم حالة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية على الخواص الطبيعية والكيميائية للمواد المصنوعة منها كما تعتمد على طبيعة الظروف المحيطة بها ، لذلك فان صيانة هــذه المقتنيات الثقافية والحضارية على اختلاف المواد المصنوعة منها تتوقف لا على ما يتحتم اجراؤه من أعمــال العــلاج والترميم فحسب بل تعتمد كذلك على تهيئــة الظـروف المناسبة لسلامتها والحفاظ عليهــا ولهذا السبب فان أية دراسة لصيانة هــذه المقتنيات يجب أن تعتمــد على دراســـة عامة لخواصــها وتأثير الظروف المحيطة بها ٠

ومن البديهى أن أية دراسة أو محاولة لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية يجب أن تكون مرتكزة في المقام الأول على تحــديد قاطع لعوامل التلف السـائدة أو المحتملة فى مكان بعينــه أو ظروف بعينها ٠ ومن حسن الحظ أننا لا نبدأ من فراغ فقد سبقتنا أجيال أخلصت وتفانت ونجحت فى تحديد أسباب التلف العامة التى يمكن أن تقوم فى كل زمان وفى كل مكان ولم يبق أمامنا الا أن نستزيد وأن نتعمق حتى نستطيع السير خطوة أو خطوات لعلها تمهد الطريق لأجيال لاحقة سوف يقع على عاتقها تكملة المسيرة ٠

وعلى أية حال فسوف نتناول بشىء من الايجاز أهم أسباب التلف وذلك على النحو التالى :

أولا ـ الاهمال والتقصير :

ونعنى به الاهمـال فى التخـزين والعـرض والتنـاول والتحبيش والنظافة وفى مواجهة الكوارث والحوادث وكذلك الاهمال أو التقصير فى اتباع أساليب العلاج والترميم الملائمة والتراخى فى اختيار مواد العلاج والترميم المناسبة .. أى استعمال مواد العلاج والترميم دون معرفة كافية بخواصها الكيميائية والطبيعية .

ثانيا ـ الهواء والشوائب الغازية الموجودة فى الجو :

يتـكون الهواء الجوى النقى من خليط من غـاز الأكسيجين وغـاز النيتروجين وكمية صغيرة من غـاز ثانى أكسيد الكربون .. وبالرغم من نقائه نجد أنه مسئول عن بعض التلف الذى يصيب المواد العضوية ومن بينها الورق والبردى والجلد والرق وهى المواد الرئيسية التى تتكون منها الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ، فهو يهيىء غـاز الأكسيجين وبخار الماء اللازمين للاحتراق والتميؤ والتأكسد الذاتى (Auto oxidation) .

ولما كان من غير المستطاع فى معظم الحالات تفادى اختلاط الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بالهواء الجوى ـ ما لم توضع فى خزانات مملوءة بأحـد الغـازات الخاملة ـ فانه يصبح من الضرورى احكام غلق فترينـات العرض وخزانات التخزين وعدم الاكثار من فتحها دون داع لذلك حتى يمكن التقليل من فرص تلفها بفعل الهواء الجوى .

وتعتبر الشوائب الغازية الموجودة فى أجواء المدن الصناعية مثل غاز ثانى أكسيد الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين وغاز النوشادر وغاز ثانى أكسيد النيتروجين وغاز الأوزون ومخلفات الاحتراق غير الكامل للوقود التى تتناثر فى الجو من مداخن المصـانع من الأسباب الرئيسية لتلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .. ولمـا كانت هـذه الشوائب الغازية توجد فى أجواء المدن الصـناعية بكميات كبيرة جدا فان التلف الذى ينتج عنها لا يجب أن يستهان به ، ولذلك وحتى نستجلى الحقيقة ونستوضح الصورة فسوف نتناول دور الشوائب الغازية فى تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية بشىء من التفصيل وذلك على النحو التالى :

غـاز ثانى أكسيد الكبريت :

أن كمية الكبريت فى غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى ينطلق الى الجو سنويا نتيجة لاحتراق الوقود المستخدم فى المصانع وغيرها من الآلات والعربات يزيد عن كمية الكبريت فى كل مركبات الكبريت الأخرى التى

تنتجها جميــع شركات الصــناعات الكيميائية ٠٠ وحتى يتضح لنا مدى التلف الذى يسببه غاز ثانى أكسيد الكبريت فلعله يكون من المفيد أن ندلل على ذلك بالاحصائية التى أجريت فى بريطانيا عام ١٩٥٣ لحساب كميــة حمض الكبريتيك الذى يتكون فى الجو نتيجــة لوجود غاز ثانى أكسيد الكبريت به ٠٠ وهى الاحصائية التى نشرتها مجلة التيمز اللندنية فى عددها الصادر فى ٢٠ ابريل عام ١٩٥٣ ٠٠ وقد جاء فى هذه الاحصائية أن كمية حمض الكبريتيك هذه تصل الى ٩ مليون طن ٠٠ وهذه الكمية تعادل خمسة أضعاف الكمية المنتجة صناعيا من هذا الحمض فى العام ٠

ويتم التلف عادة عن طـريق امتصــاص غاز ثانى أكسيد الكبريت الموجود فى الجو بواسطة المواد المسامية المصنوعة منها الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ٠٠ وهذا الغاز عند امتصاصه يتفاعل مع الماء الحر الذى يوجد عادة فى مسام هذه المواد فيتحول الى حمض الكبريتيك بمساعدة الكميات الضئيلة من المركبات المعدنية وخاصة الحديد التى توجد غالبا ملتصقة بالكتب أو المخطوطات أو الوثائق على صورة أتربة ٠ والمعروف أن الأحماض وعلى وجه الخصوص حمض الكبريتيك تسبب تبقع وضعف وتهتك الورق وتحلل الجلد والرق وقصر الألوان كما تؤدى الى صدأ المعادن وتفتت الأحجار واضعاف المنسوجات ٠

غــاز كبريتيد الهيدروجين :

يتواجد غاز كبريتيد الهيدروجين فى أجواء المـدن نتيجة للعمليات الكيميائية التى تجرى فى بعض المصانع ونتيجة للنشاط البيولوجى الذى يتم فى المستنقعات وفى ميــاه البحيرات الراكدة وفى مخلفــات الصرف الصحى ٠٠ ومن ناحية أخـرى نجد أن أجواء المبــانى الحديثة للمكتبات والمتاحف تتلوث بغــــاز كبريتيد الهيدروجين الذى يتولد من مركبــات الكاوتشوك المستخدمة عادة فى تغطية الأرضيات وغيرها ٠

وبالرغم من أن تأثير غاز كبريتيد الهيدروجين أقل كثيرا من تأثير غاز ثانى أكسيد الكبريت الا أننا نجد أنه يهاجم معادن الفضة والنحاس التى تستخدم فى بعض الأحيــــان فى زخرفة أغلفة الكتب والمخطوطات القديمــة ويتسبب فى اسوداد لونها وذلك طبقــــا للمعادلات الكيميائية الآتيـــــة :

كبريتيد الهيدروجين + فضــــه ← كبريتيد الفضه (سوداء اللون) + هيدروجين

كبريتيد الهيدروجين + نحاس ← كبريتيد النحاس (أسود اللون) + هيدروجين

ومن ناحية أخرى يتسبب غاز كبريتيد الهيدروجين فى تغيير أو اسوداد بعض المركبات الكيميائية الملونة فى لوحات التمبرا المرسومة على حوامل من الورق وغيره ٠٠ مثال ذلك أبيض الرصاص (الاسبيداج) الذى استخدم بكثرة منذ أقدم الأزمنة وذلك طبقا للمعادلة :

أبيض الرصاص + كبريتيد الهيدروجين ⟵ كبريتيد الرصاص / أسود اللون + مـــاء

غـــاز النوشادر :

ينطلق غاز النوشادر الى الهواء الجوى من الكائنات الحية نتيجة للتفاعلات البيوكيمائية التى تجرى فى أجسادها ٠٠ كما أنه ينطلق الى الجو نتيجة للعمليات الكيميائية التى تجرى فى الطبيعة ٠٠ وغاز النوشادر يضر بالمواد السليولوزية لكونه يساعد على الاسراع بعمليات التحلل المائى التى تتعرض لها فى الأوساط القلوية (Alkaline Hydrolysis) وقد يكون غاز النوشادر الذى يتسرب الى المسام الموجودة فى الجلود والأوراق مفيدا فى بعض الحالات خاصة اذا ما كانت هـذه المواد ذات درجـة عالية من الحموضة بتأثير الغازات الحمضية حيث نجد أن غاز النوشادر يقلل من درجة الحموضة ، الا أنه فى وجود درجة عالية من الرطوبة يتسبب فى حدوث بعض التلف للأوراق والجلود المعالجة بطبقة من الراتنجات الطبيعية حيث يتفاعل غاز النوشـــادر مع غاز ثانى أكسيد الكبريت والماء مكونا كبريتات الأمونيوم التى تتسبب فى تفتيح أو تنوير (Blooming) أسطح الورق أو الجلود المعالجة مما يشوه منظرها ويطمس ما قد يكون عليها من زخارف وكتابات ٠

غاز ثانى أكسيد النيتروجين وغاز الأوزن :

بالرغم من أن الكثيرين لا ينتبهون جيدا لخطورة غاز ثانى أكسيد النيتروجين والأزون الا أنهما فى الواقع من أكثر غازات التلوث الجوى اتلافا لمقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ٠ ويتكون غاز الأزون فى طبقات الجو العليـــا بتأثير الأشعة فوق البنفسجية على غاز الأكسيجين ٠ كما أن مزيدا منه يتكون بتأثير أشعة الشمس على غاز ثانى أكسيد النيتروجين الذى ينطلق معظمه الى الجو نتيجـة لاحتراق وقود العربات ٠

ونتيجة لذلك نستطيع القول بأن نسبة وجود هذين الغازين فى أجواء المدن تبلغ درجة خطيرة تتطلب بذل أقصى الجهود للتخلص من تأثيرهما الضـــار ٠

ولما كان غاز الأزون يتسبب فى تحطيم المواد العضوية نتيجة لتكسير الروابط التى تربط بين ذرات الكربون فاننا نجد أن المواد السليولوزية والبروتينية التى تحتوى على نسبة عالية من الرطوبة تفقد قوتها ومتانتها اذا ما تعرضت لفعله مدة طويلة ٠٠ وبالاضافة الى ذلك فان غاز الأزون يؤكسد الأصماغ الطبيعية التى كانت تدهن بها أغلفة الكتب الفارسية القديمة بغرض اكسابها لمعـانا وبريقا جذابا ٠٠ كمـا أنه يزيل ألوان الأقمشة المصبوغة التى تغطى بها أغلفة الكتب والمخطوطات القديمة ٠

وبالنسبة لغاز ثانى أكسيد النيتروجين فانه بجانب تحوله الى غاز الأزون المتلف بفعل أشعة الشمس يتسبب فى قصر أو ازالة ألوان الجلود وغيرها من الألياف المصبوغة ٠

بخـــار المـــاء :

يهيىء بخار الماء الموجود فى الجو الرطوبة اللازمة لتحول الشوائب الغازية الى أحماض فبدونه لا يتحول غاز ثانى أكسيد الكبريت مثلا الى حمض الكبريتيك ٠٠ ومن ناحية أخرى فان وجود نسبة عالية من الرطوبة فى الجو يســاعد على اصابة مقتنيــات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ كما أن الرطوبة تنشط عمليات صدأ المعادن وتؤدى الى التحلل المائى للمواد العضوية ٠

ثالثا ـ الضـــوء :

مما لا شك فيه أن لدورة الليل والنهار وتعاقب الاضاءة الصناعية والاظلام أثرهما على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية٠٠ ونجد أن هذه المقتنيات وخاصة المصنوعة من المواد السليولوزية كالورق والبردى تفقد صلابتها وتتحول الى أجسام هشة اذا تعرضت لمدة طويلة لتأثير الضوء ٠

وبالرغم من ذلك فان قليلا من الاهتمـام قد أعطى لدراســة تأثير الضوء على الكتب والمخطوطات والوثائق ٠٠ واذا ما رجعنا قليلا الى الوراء فسوف نجــد أن بداية الاهتمـام بتأثير الضوء على مقتنيات المكتبـات ومعروضـات المتـاحف كانت فى عام ١٨٨٨ حينما قام كل من رســل (Russel) وابنى (Abney) بنشر تقريرهما عن تأثير الضوء على الألوان المائية ٠٠ وأعقب ذلك فى السنوات القليلة الماضية ظهور بعض الدراسات التى تناولت قصر الألوان المائية بفعل الضوء ٠٠ ولقد كانت بداية الاهتمام الحقيقى بدراسة تأثير الضوء فى عـام ١٩٥٢ حينما قام الأستاذ جينـــارد (Genard) بنشر تقريره المشهور عن الأشعة فوق

البنفسجية المنبعثة من لمبات الفلورسنت .. وكان هذا التقرير فى الواقع بداية لنشاط كبير فى هذا المجال حيث توالت الدراسات العلمية المتعمقة التى كان لها الفضل الأكبر فى اعطاء أهمية كبيرة لتأثير الضوء على مقتنيات دور الكتب ومعروضات المتاحف .

وتنقسم أنواع الأشعة التى تقع على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية الى ثلاثة أنواع حسب طول موجة الضوء هى :

الأشعة فوق البنفسجية :

وهى أشعة غير مرئية ويتراوح طول موجتها من ٣٠٠٠ الى ٤٠٠٠ انجستروم (Å) وتنقسم الىقسمين هما :

١ ـ الأشعة فوق البنفسجية البعيدة (Far ultra violet radiation)

ويتراوح طول موجتها ما بين ٣٠٠٠ ، ٣٤٠٠ أنجستروم .

٢ ـ الأشعة فوق البنفسجية القريبة (Near ultra violet radiation)

ويتراوح طول موجتها من ٣٤٠٠ الى ٤٠٠٠ أنجستروم .

الضـوء المرئى :

ويتراوح طول موجته من ٤٠٠٠ الى ٧٦٠٠ أنجستروم .

الأشعة تحت الحمراء :

وهى أشعة غير مرئية ويبلغ طول موجتها أكثر من ٧٦٠٠ أنجستروم.

ولو أن الألياف النباتية المستخدمة فى صناعة الورق لا تتأثر بسرعة بالضوء وخاصة اذا كانت نقية الا أنه بمرور الوقت تحدث بسبب الضوء سلسلة من التفاعلات المعقدة التى تؤدى الى ضعف الأليـاف (Tendering of fibres)

ويتوقف مدى تأثر الألياف النبـاتية السليولوزية المستخدمة فى صناعة الورق بالضوء على نوع الأشعة الضوئية الساقطة عليها .. ولقد ثبت أن أكثرها تأثيرا بصفة عامة هى الأشـعة فوق البنفسـجية لكونها الأشعة ذات الموجة القصيرة أى أنها الأشعة ذات الطاقة الكبيرة .. كما أن الضوء المرئى هو الآخر بسبب تلف الورق خاصـة اذا سقطت عليه مكونات الضوء المرئى ذات الموجة القصيرة مثل الأزرق والبنفسجى .

وحتى نتفهم الكيفية التى يؤثر بها الضوء على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وكذلك معروضـات المتـاحف من الورق والبردى والرق والجلود والمنسوجات لابد لنا أن نلم بشىء من مبادىء الكيمياء الضوئية (Photo chemistry) .

ويمكن ايجازها على النحو التالى :

من المعروف علميا أن للضوء طبيعة خاصة تحكمها نظريتان هما :

نظـرية الموجـة :

والضوء حسب هذه النظرية عبارة عن موجات الكترومغناطيسية لها خواص وصفات الموجات من حيث التذبذب والسرعة وطول الموجة ويحكمها القانون الآتى :

$$\text{طول الموجة} = \frac{\text{السرعة}}{\text{التذبذب}}$$

نظـرية الجسيمات :

والضوء وخاصة الاشعاعات الضوئية قصيرة الموجه ـ فى مدلول هذه النظرية عبارة عن تيـار متتابع ومتـلاحق من الجسيمات أو الفوتونات (Quanta or photons) المحملة بكمية محدودة من الطاقة التى يمكن حسابها من تذبذب موجة الضوء :

$$\text{الطـاقة} = \text{مقدار ثابت} \times \text{التذبذب}$$

أى أنه أمكن الربط بين النظريتين وبالتالى يمكن القول بأن الضوء يعبر عن الخواص المميزة لكل من الموجـات والجسيمات .. وعلى هـذا الأساس فانه عنـدما يسقط شـعاع ضـوئى على مقتنيـات دور الكتب والأرشيف والوثائق فان ذرات المواد المصنوعة منها هذه المقتنيات تمتص طاقة هـذا الشعاع وتنتقل الى مستوى أعلى من مستوى الطاقة العـادى المتعادل .. أى أنه يحدث لها عملية تهييج بفعل طاقة الشعاع الضوئى الممتصة . ولما كان كل امتصاص للطاقة لابد وأن يتبعه انبعاث فاننا نجد أن الطاقة الممتصة بواسطة ذرات المواد تنبعث عادة اما على صورة حرارة أو على صورة أشعة تفلور (Fluorescent radiation) أو على صورة تحول كيميائى داخل جزيئات المواد أو على صورة تكسر للروابط الكيميائية (Chemical bonds) التى تربط بين ذرات هذه المواد أو عن طريق التصادم وانتقال الطاقة الممتصة الى ذرات أخرى .

ومن هذا يتضح لنا أن طاقة الفوتونات الضوئية الممتصة هى التى تحدث التغيرات الضوءكيميائيا (Photo chemical changes) ومن ثم فان خفض شـدة الاضاءة سوف يؤدى الى خفض عـدد الفـوتانت التى تمتصها ذرات المواد فى وحـدة الزمن ولكنها لا تؤدى بطبيعـة الحال الى خفض كمية الطاقة المحملة بها هذه الفوتونات لكونها ترتبط بطول موجة الشعاع الضوئى .. وعلى هذا ومن الناحية النظرية فانه لا توجد حدود لشدة الضوء يمكن عنـدها القول بأن التفاعلات الضوءكيميائية سـوف تتوقف .. ومن ذلك يمكن لنا أن نقرر أن خفض شـدة الاضاءة سوف يؤدى الى تعطيل التفاعلات الضوءكيميائية ولكنه لا يؤدى الى توقفها .

ولقد قام عـدد كبير من الدارسـين ومن بينهم لونر (Launer) باجراء دراسـات كثـيرة قارنوا فيهـا بين طاقة عـدد كبـير من الروابط الكيميـائية وبين طاقة فوتونات الأشعة الضـوئية وانتهوا الى القول بأن الاشعاعات الضوئية قصيرة الموجة تحمل الطاقة الكافية لاحداث تكسر أو تهتك للروابط الكيميائية ذات الطاقة الأقل فى عدد كبير من المركبات العضوية .

وبالاضافة الى ذلك قام كل من لونر وويلسن (Lauher and Wilson) بدراسة تأثير الضوء على الورق وثبت لديهما أن سرعة تلف الورق بفعل الضـوء تزداد بمعدل كبير فى حالة الأوراق المصبوغة .. كمـا أجريت دراسات أخرى مماثلة للوقوف على التفاعلات التى تحدث فى القماش بفعل الضوء استخدمت فيها أقمشة قطنية مصبوغة بصبغات برميلية Vat dyes) وقد ثبت فى كلتا الحالتين أن التفاعل يحتاج الى وجود الأكسيجين وأنه ينشط أكثر عندما تكون الرطوبة النسبية مرتفعة .

وقد استنتج من ذلك أن جزىء الصيغة النشـط يسـتخرج ذرة هيدروجين من جزىء السليولوز ثم يتحد الشق السليولوزى بأكسيجين الهواء مكونا مجموعة بيروكسيد ثم يتفاعل هذا المركب غير المستقر بطرق مختلفة معطيـا نواتج مختلفة بينما يتفـاعل جزىء الصـبغة المختزل مع أكسيجين الهواء مكونا الصبغة الأصلية مرة أخرى .

ويمكن تلخيص التفـاعلات التى تحدث فى هـذه الحالة على النحو التـالى :

المرحـلة الأولى :

التهييج (Exitation)

(a) HD (Dye) + light radiation ⟶ DH* (activated dye)

(b) HD* + O_2 (oxygen) ⟶ HD + O_2 (activated oxygen)

المرحـلة الثانية :

التفاعلات (Reactions)

(c) $O_2 + 2H_2O_2$ (Water) ⟶ $2\,H_2O_2$:Hydrogen Peroxide)

ويتبع ذلك تفاعل بين فوق أكسيد الهيدروجين (Hydrogen peroxide) والسليولوز أو الصبغة وذلك على النحو الآتى :

(d) H_2O_2 + Cellulose ⟶ H_2O_2 + Oxycellulose and/or

(e) H_2O_2+ HD (dye) ⟶ H_2O_2 + HOD (Bleached dye)

وفى النهاية يمكن القول بأن الأشعة فوق البنفسجية البعيدة تتسبب فى ضعف الألياف وذلك عن طريق تكسيرها لجزئيات السليولوز الكبيرة (Marco Molecules) تكسيرا مباشرا ·· ولما كانت هذه الجزيئات الكبيرة هى سبب متانة الألياف فان تكسيرها الى جزيئات أصغر عن طريق تكسير بعض الروابط الكيميائية التى تربط بين وحدات الجلوكوز فى سلاسل السليولوز يسبب حدوث ضعف شديد فى الورق ·· وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة التحلل بالضوء (Photolysis) ·· أما فى حالة الموجات الضـوئية فوق البنفسجية القريبة والضوء المرئى قصـير الموجة (البنفسجى والأزرق) فان الطاقة المتولدة عنهـا تكون غير كافية لكسر الروابط الكيميائية ·· ومع ذلك فقد يحدث التلف بطريقة غير مباشرة على هيئة وهن يصيب الورق ·· وتعرف هذه الظاهرة باسم الوهن الضوئى (Photosensitized degredation) ·· ونجـد أنـه بينمـا ينتج عن التحلل بالضوء اصفرار فى لون الورق فانه ينتج عن الوهن الضوئى قصر للون ·

وفيما يختص بالألياف الحيوانية ولو أنها لم تدرس الدراسة الكافية الا أنه قد وجد أن عمليات الوهن الضوئى تحدث لها بصورة ملحوظة اذا كانت قيمة الأسس الهيدروجينى (PH Value) فى الألياف تتراوح ما بين ٥ر٣ ، ٢ر١ أى عندما تكون الألياف ذات طبيعة حمضية عالية ·

والواقع أن الكتب والمخطوطات والوثائق تتعرض فى الغالب للوهن الضوئى فقط حيث أن الزجاج العادى فى الشبابيك كاف لقطع الأشـعة فوق البنفسجية البعيدة ·

وتدل الاختبارات التى أجريت على الأوراق التى تعرضت لفعل الضوء مـدة طويلة من الزمن على أن التلف الذى يحـدث للـكتب والمخطوطات والوثائق يتضمن حدوث تهتك فى سلاسل السليولوز (Chain Scission)

ويتضح ذلك من حدوث نقص فى قوة الشد (Tensile Strength) وحدوث تأكسد فى مركب السليولوز يؤدى الى تكون مجموعات كربونيلية (Carbonyl groups) على طول جزىء السليولوز وكذلك يتضح من زيادة العدد النحاسى للورق(*) (Copper number) ٠ولا يتوقف تأثير الضوء على طول موجاته فحسب بل أنه يرتبط بعوامل أخرى كثيرة من اهمها :

١ ــ قوة الاضاءة ٠

٢ ــ مدة التعرض للضوء ٠

٣ ــ درجة الحرارة ٠

٤ ــ سمك الورق وكثافته ٠

٥ ــ تركيب الهواء المحيط بالورق من حيث تركيز غاز الأكسيجين وتجدد الهواء والرطوبة النسبية وغازات التلوث الجوى ٠

٦ ــ درجة التآكل الكيميائى فى الورق ٠

٧ ــ المركبات غير السليولوزية الموجودة فى الورق ٠

٨ ــ المواد المضافة الى الورق مثل المركبات المعدنية الملونة أو المواد الحمضية أو القلوية المستخدمة فى صناعة الورق أو المستخدمة فى علاجه وترميمه ٠

ويوجد اصطلاحان على قدر كبير من الأهمية فى التعبير عن تاثير الضوء وقياسه :

(*) ينتج عن تأكسد المجموعات الهيدروكسيلية (hydroxyl Groups) وتهتك الروابط الكيميائية التى تربط وحدات الجلوكوز فى سلاسل السليولوز تكون مجموعات كربونيلية (Carbonyl groups) على طول جزىء السليولوز ويقدر عدد المجموعات الكربونيلية التى تكونت عن طريق حساب وزن النحاس الذى اختزل من حالة النحاسيك الى حالة النحاسوز بفعل مائة جرام من السليولوز ٠ وهذا ما يعرف بالعدد أو الرقم النحاسى ٠ وسوف نتناول طريقة تعيين الرقم أو العدد النحاسى للورق عند تناولنا لطرق الفحص ٠ والواقع أن العدد النحاسى يتناسب بالتقريب مع عدد المجموعات الكربونيلية حيث أنه يعتمد على الطريقة التى يتم تعيين قيمته بواسطتها ، كما أنه يعتمد على مواقع المجموعات الكربونيلية على طول جزىء السليولوز ٠ وللعدد النحاسى اهمية كبيرة لكونه أحد الوسائل التى نسعطيع عن طريقها تقدير ما اصاب الورق من تلف نتيجة لتعرضه لتأثير عوامل التلف المختلفة ٠

الاصطلاح الأول :

وهو شدة أو قيمة الاضاءة · (Illumination Value)

الاصطلاح الثاني :

وهو كمية الاضاءة ·· (Exposure value)

وتعرف شدة الاضاءة بأنها قوة الضوء المرئى كما يبدو لعين الانسان ووحدة قياسها هو اللوكس(Lux) وهو يساوى تقريبا عشر لومن(Lumen) واللومن هو وحدة انجليزية لقياس الضوء ·· ويعبر عن الشدة باللومن/قدم مربع ($Lumen/Ft^2$) أو بالشمعة قدم (Foot candle) ·· أما كمية الاضاءة فتعتمد على شدة الاضاءة ومدتها أى انها تساوى حاصل ضرب شدة الاضاءة مقدرة باللوكس فى مدة الاضاءة مقدرة بالساعات ويعبر عنها باللوكس/ساعة (Lux/hour) ·· ولما كانت هذه الوحدة صغيرة فانه يستخدم بدلا منها عادة الوحدة مليون لوكس/ساعة (Million luxhours ML_x *h.*) وهى تساوى على سبيل المثال شدة اضاءة قدرها مائة لوكس لمدة عشرة آلاف ساعة أو شدة اضاءة قدرها ألف لوكس لمدة ألف ساعة ·· وعلى ذلك يمكن القول بأن شدة الاضاءة مهما بدت صغيرة الا أنها قد تحدث تلفا كبيرا بمرور الزمن ·

وفى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية حيث يراعى عادة أن تكون شدة الاضاءة منخفضة فاننا نجد أن كمية الاضاءة التى تتعرض لها المقتنيات تتراوح عادة بين واحد واثنين مليون لوكس/ساعة فى السنة الواحدة ·

ومن ناحية أخرى فاننا نجد أن للضوء منافع ·· فلقد أثبتت التجارب أن الضوء يعوق نمو الفطريات وأنه يطرد الهوام من مخابئها ·· ومن وجهة النظر هذه نجد أنه من المستحب أن يغمر الضوء كل الأركان وكل المخابىء فى مبانى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية فكلنا يعلم أن أغلب أنواع الحشرات لا تظهر الا فى الظلام وعندما يحل الليل ·

رابعا ـ المخلفات الصلبة للاحتراق غير الكامل للوقود :

وتوجد فى الجو على هيئة معلقات من جسيمات متناهية فى الصغر ·· وفى جو المدن نجد أنها تتكون من الكربون الناتج عن عمليات الاحتراق غير الكامل للوقود ·· وهذه المعلقات أو الجسيمات الكربونية تكون عادة لزجة بفعل المواد القطرانية التى تختلط بها وهى المواد التى تتكون فى نفس الوقت نتيجة لعمليات الاحتراق غير الكامل ·

وهذا النوع من الشوائب يشتمل بالاضافة الى جسيمات الكربون جسيمات أخرى من الرماد المتخلف عن عمليات الاحتراق وعلى الأتربة دقيقة الحبيبات وعلى جسيمات متناهية فى الصغر من الأملاح وخاصة فى الأجواء القريبة من البحار ٠

ونجد أن الجسيمات أو المعلقات التى تنطلق الى الجو من مداخن المصانع بجانب كونها قذرة فانها تمتص وتحمل الغازات الحمضية مثل غاز ثانى أكسيد الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين بالاضافة الى ذرات من المعادن مثل الحديد ٠٠ فاذا ما حدث واستقرت على مخطوطة أو كتاب فان الغازات الحمضية تبدأ فى سلسلة من التفاعلات الكيميائية التى تتحول فيها الى أحماض وبذلك ينتهى الأمر الى تلف هذه المخطوطة أو هذا الكتاب ٠٠ أما الجسيمات المعدنية المعلقة من الأتربة والرمال فانها اذا ما استقرت على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فانها تؤدى الى حدوث تلف ميكانيكى كبير لهذه المقتنيات من جراء القوة الميكانيكية التى تنتج عن احتكاكها بأسطح أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية التى تستقر عليها ٠

خامسا ــ الحرارة :

الحرارة هى احدى العوامل الثلاثة : الغذاء ٠٠ الحرارة ٠٠ الرطوبة اللازمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة كما أنها من أسباب تكاثر الحشرات٠٠ ومن ناحية أخرى فان الحرارة تسرع بالتلف الكيميائى (Chemical deterioration) للورق والبردى والجلود والمنسوجات بالاضافة الى ذلك نجد أن المواد اللاصقة المستخدمة فى تجليد الكتب والمخطوطات كالغراء وعجائن الدقيق (Corn Paste) تفقد قوة اللصق (Adhession for-ce) بالحرارة لكونها تفقد تماسكها بالجفاف ٠

وقد ثبت أن أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق تفقد كثيرا من خواصها الفيزيوكيمائية وخاصة تحملها للطى (Folding Endurance) اذا ما تعرضت مدة طويلة لحرارة زائدة ٠٠ والخواص الفيزيو ــ كيميائية كما سنعرف فيما بعد واحدة من الخصائص الهامة التى نستطيع بها قياس مدى ما أصاب الورق من تلف ٠

وللحرارة الزائدة فى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق أكثر من سبب وأكثر من مصدر فقد تكون ناشئة عن وجود المكتبات فى بلاد تتميز بمناخها الحار أو قد تكون ناشئة عن التدفئة الصناعية فى البلدان الباردة ، كما أنها قد تنشأ نتيجة لاتباع نظام غير مدروس فى انارة

فترينات العرض أو المخازن ٠٠ وقد ثبت أن انارة فترينات العرض بضوء الكهرباء يرفع الحرارة بدرجة تكفى للاسراع بالتفاعلات الضوء كيميائية (Photo chemical reactions) كما ثبت عن طريق قياس الخـواص الفيزيوكيميـائية أن الحرارة الزائدة تسرع بقـدم الورق والمنسوجات ٠٠ وليس الورق وحده هو الذى يتلف بالحرارة الزائدة فقد ثبت أن أوراق البردى والمخطوطات المكتوبة على ألحيـة الأشجار وزعف النخيل تجف بالحرارة وتفقد لدونتها وتصبح هشة سهلة الكسر ٠

وزيادة على ما سبق ذكره فقد ثبت أن الحرارة الزائدة فى وجود كميات ضئيلة من الشوائب المعدنية كالحديد والنحاس تسرع بعمليـات التحلل المائى (Hydrolysis) للسليولوز كما أنها تساعد على أكسدته واصابته بالوهن الضوئى (Photo synthesis) الأمر الذى يؤدى الى اصابة الأوراق بتلف شديد ٠

والواقع أن حفظ مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فى درجات حرارة منخفضة وفى وجود كمية صغيرة من الرطوبة يقلل من احتمالات التلف ٠٠ وقد ثبت أنه يمكن اضافة عمر طويل جدا للكتب والمخطوطات المصنوعة حتى من أردأ أنواع الورق اذا ما تجنبنا تعريضها لتأثير الحرارة الزائدة ٠

سادسا ـ الرطوبة :

كما هو الحال بالنسبة للحرارة والضوء نجد أن للرطوبة أيضـا فوائد ومضار ، فقليل من الرطوبة مفيد ولازم لحفظ لدونة الورق وغيره من المـواد المصـنوعة منهـا مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ٠٠ أما الرطوبة الزائدة (Excessive moisture) فلها مضار عديدة ٠٠ ولقد أثبتت التجارب والمشاهدات العامة أن الجفاف أو القليل من الرطوبة يحول الورق الى أجسام هشة ، أما الرطوبة الزائدة فانهـا تسبب نمو العفن والفطريات التى تصيب الورق بأضرار بالغة ٠٠ وفى نفس الوقت فان المخطوطات المكتوبة على ألحية الأشجار وزعف النخيل تتجعد وتتكرمش اذا ما توالى تعرضها للرطوبة الزائدة ثم للجفاف ٠٠ أما الجلود فانها تصاب بالفطريات والعفن وغيرهما من الكائنات الحيـة الدقيقة اذا ما تعرضت للرطوبة الزائدة بينما نجد أنها تتحول الى ما يشبه القطران اذا ما تعرضت لمدد طويلة للجفاف الزائد وهى الحالة التى وجدت عليها الجلود التى عثر عليها فى بعض المقابر المصرية القديمة ٠

سابعا ـ عوامل التلف البيولوجى :

لقد تمكن المتخصصون فى دراسة ومقاومة الحشرات من تحديد أكثر من سبعين جنسا من الحشرات التى تهاجم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وقاموا بدراسة أنسب الظروف لانتشارها وتكاثرها أما الكائنات الحية الدقيقة فانها توجد متحوصلة فى الهواء الجوى ولكنها تنمو فقط على المواد العضوية ومن بينها بطبيعة الحال الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية سـواء كانت مصنوعة من مواد سليولوزية أو مواد بروتينية عندما تتواجد بها الكمية المناسبة من الرطوبة٠٠ومن وجهة النظر هذه يمكن القول بأن الرطوبة الزائدة **(high or excessive humidity)** التى تتميز بها المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية هى من أعدى أعداء هذا النوع من المقتنيات الثقافية والحضارية٠٠ومن هذه الحقائق نستطيع أن نقول بأن التحكم فى كمية الرطوبة النسبة فى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وجعلها فى الحدود المأمونة (من ٥٥ ـ ٦٥٪) هى من أنجح الوسائل لمقـاومة الفطريات وبعض الأنواع الأخرى من الكائنات الحيـة الدقيقـة ٠٠ وبالاضـافة الى ذلك يمكن بطبيعة الحال استخدام الأنواع المناسبة من المبيدات الفطرية ٠٠ وسوف نتناول فيما بعد فى باب مستقل الدور الذى تقوم به الحشرات والكائنات الحية الدقيقة فى اتلاف الكتب والمخطوطات والوثائق ٠

ثامنا ـ الهوام والحيوانات القارضة :

الهوام حيـــوانات متلفة وكريهـة يكثر تواجـدها فى دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وتصعب مقاومتها ٠

ومن وجهة نظـر القائمين على صيانة الكتب والمخطوطات والوثائق تنقسم الهوام الى قسمين :

القسم الأول : ويشـمل الهـوام الدائمـة الاقامة فى دور الكتب والأرشيف والوثائق ٠

القسم الثانى : فيشمل الهوام الزائرة ٠

ومن النوع الأخير تلك الهوام غـير المحلية التى تدخل الى بلد ما بطريقة أو بأخرى وتلك الأنواع التى تعيش فى الأركان المهجورة والمظلمة من المبانى ثم تتجمع وتقوم بغزو الكتب والمخطوطات والوثائق الموضوعة على الأرفف أو المحفوظة داخل الدواليب والخزانات ٠

أما الحيوانات القارضة فتشمل عـددا كبيرا من الحيـوانات الا أن أخطـرها بصفة عامة على مقتنيـات دور الكتب والأرشيف والوثائق هو الفئران ٠٠ ويوجـد الآن أكثر من ثلاثمـائة فصيلة من الفئران تنتشر انتشارا واسعا فى جميع أنحاء العالم ٠

وتتلخص خطورة الفئران فى أنها اذا أحكمت سيطرتها على مبنى من المبانى وخاصة المبانى القديمة فانه يصعب ابادتها خاصة وأنها تختبىء فى الأماكن المعزولة وفى الشقوق والفجوات ٠٠

وبالرغم من ذلك فاننا نجد أنها تفضل أن تضع صغارها فى الأماكن المفتوحة والمضيئة نسبيا مثل خزانات وأرفف الكتب ٠ وتلتهم الفئران جميع المواد التى تتيسر لها من ورق وبردى ورق وجلد فضلا على أنهـا تتلف ما يتبقى منها بافرازاتها القذرة ٠٠ ولذلك يجب عدم التوانى فى ابادتها والتخلص من أخطارها ٠

تاسعا ـ الأحماض الحرة :

الأحماض الحرة هى العـــدو اللدود للكتب والمخطوطات والوثائق وليست هناك مكتبـة عامة أو دارا للأرشيف والوثائق التاريخيـة تخلو مقتنياتها من الأحماض ٠٠ وبالرغم من أن القائمين بأعمال علاج وصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق يعلمون تماما مدى الخطورة التى تتعرض لها هذه المقتنيات بفعل الأحماض الا أنهم فى كثير من الحالات وبما لديهم من امكانيات يعجزون عن مجابهة أخطارها وذلك لأن أسباب اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالأحماض وان كانت معروفة الا أنه يصعب التحكم فيها أو السيطرة عليها ٠٠ وفى حالات كثيرة نجد أن الورق على سبيل المثال يكتسب الحموضة الزائدة أثنـاء عملية تصنيعه وقبل أن يصبح مخطوطا أو كتابا ٠٠ وتتلخص خطورة الأحماض فى أن التلف الناشىء عنها لا يمكن ادراكه بسهولة الا بعد أن يستشرى الخطر وتظهر علامات التلف بطريقة تلفت النظر اليها ٠

ومصـــادر الأحمـاض التى تصـيب الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية كثيرة الا أن أهم مصادر اصابة الورق بالأحماض هى غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود كشائبة غازية فى أجواء المـدن ومادة اللجنين وهى احدى المكونات الأساسية غير السليولوزية للأخشاب المصنوع منها معظم الأوراق المستخدمة قديمـا وحديثا وكذلك الشب والقلفونية وهما المادتان المستخدمتان عادة فى ربط وصقل ألياف الورق أثنـاء تصنيعه والمواد الكيميائية المستخدمة فى عمليات تبييض لب الورق وأحبار الحديد التى استخدمت قديما فى الكتابة ٠

أما الجلود فانها تصاب بالأحماض بفعل المواد الكيميائية المستخدمة فى التصنيع وبفعل غاز ثانى أكسيد الكبريت الموجود كشائبة غازية فى جو المدن .. ومن حسن الحظ فاننا نجد أن الرق وبسبب طبيعته القلوية يقاوم تأثير الأحماض .

ولقد سبق أو ذكرنا أن غاز ثانى أكسيد الكبريت وحده حتى ولو كانت نسبة تواجده فى الجو كبيرة لا يضر بالكتب والمخطوطات والوثائق الا فى وجود كمية ضئيلة جدا من النحاس أو الحديد وهى العوامل المساعدة التى تسهل عملية تفاعل غاز ثانى أكسيد الكبريت مع الماء الموجود فى الجو على هيئة رطوبة ليتكون بذلك حمض الكبريتيك الذى يتلف المواد السليولوزية والبروتينية ويحولها الى مواد هشة جدا تتفتت بمجرد لمسها باليد أو على الأقل يتسبب فى تبقع صفحات الكتب والمخطوطات ببقع غامقة اللون كئيبة المنظر لا يمكن التخلص منها بسهولة .

ويهمنى أن أنوه فى هذا الصدد أنه لا يشترط لحدوث التلف وجود كميـة كبيرة من الأحماض فالواقع أن وجـود الأحماض حتى ولو بنسبة ضئيلة يترتب عليه حدوث تلف كبير مع طول الزمن .. ومن هذا لابد لنا أن نقول أن الكشف عن وجود الأحماض والتخلص منها يجب أن يكون من أهم الأعمال التى يجدر أن تنال عظيم اهتمام القائمين بأعمال العلاج والصـيانة .

ويعبر عن كمية الأحماض الموجودة بالورق والجلود وغيرها بقيمـة الأس الهيدروجينى السالبالذى يطلقعليه بالانجليزية تعبير (PH Valve) وتوجد أكثر من طريقة وأكثر من جهاز لقياس قيمة الأس الهيدروجينى السالب سوف نتناولها بالتفصيل فيما بعد عند الحديث عن طرق فحص الكتب والمخطوطات والوثائق . والمصدر الأساسى للحموضة فى الأوراق الحديثة هو الشب (alum) التى تستخدم فى صناعة الورق لترسيب القلفونية (Rosin) وهى المادة التى تقوم بربط وصقل ألياف الورق كما أنها تساعد على التصاق المواد المالئة (Loading materials) بالالياف .. ولذلك نجد أن الأوراق الحديثة تصاب بالتلف سريعا ويتغير لونها وتفقد صلابتها نتيجة لاستعمال الشب والقلفونية فى صناعتها .

ومن ناحية أخرى فان الأحبار المستخدمة فى الكتابة وخاصة أحبار الحديد تزيد من حموضة الورق .. ولهذا نلاحظ أن الكثير من الأوراق القديمة قد تثقبت وفقدت تماسكها حول الكتابات .. وفى حالة حبر عفص الحديد (Iron gall ink) وهو من الأحبار الشائعة الاستعمال فى الأزمنة القديمة نجد أن الأوراق التى استخدم فى الكتابة عليها قد تشققت

وتبقعت وفقدت تماسكها وصلابتها بسبب حمض الكبريتيك الذى ينتج عن التفاعل بين كبريتات الحديدوز وحمض العفص (gallic acid) وحمض التانيك (Tannic acid) وهى المواد المستخدمة فى صناعة هذا النوع من الأحبار ·· وبالاضافة الى تهتك المواضع التى تقع تحت الكتابات مباشرة بفعل حمض الكبريتيك الذى يتكون نتيجة للتفاعل المشار اليه ، فان هذا الحمض ينتشر حول الكتابات حتى يغطى سطح صحيفة الورق بأكملها ويتلفها ، بل نجد أنه ينتشر خلال الصفحات الملاصقة ويستمر فى الانتشار حتى يتلف المخطوطة أو الكتاب بأكمله ·

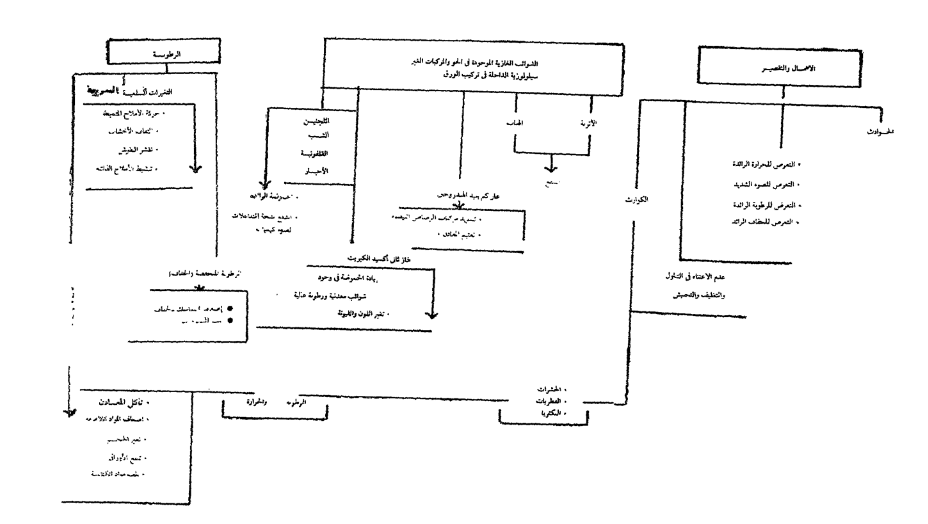
وثمة سبب آخر لاصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالأحماض هو مادة اللجنين (Lignin) وهى المادة الراتنجية اللاصقة التى توجد بنسبة كبيرة فى الأخشاب التى تستخدم فى صناعة الورق والتى توجد بكمية كبيرة فى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون (ground Wood Paper) ·· وحتى الأوراق الحديثة التى تمر عجائنها بمراحل كثيرة من المعالجات الكيميائية تظل محتوية على اللجنين وان كان بنسبة صغيرة وخير مثال على التلف الناجم عن وجود اللجنين أوراق الجرائد التى نجد أنها تتبقع وتفقد بعض صلابتها بعد مضى وقت قليل ·· والسبب فى ذلك هو قابلية اللجنين الكبيرة للتأكسد وحساسيته الفائقة للضوء حيث يتحلل بفعل هذه العوامل الى مادة الفانيليا (Vanilin) ويتكون فى نفس الوقت كنواتج ثانوية (by-Product) بعض الأحماض العضوية التى تزيد من حموضة الورق ·· ولذلك يجب تنقية أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق من مادة اللجنين ·· وسوف نتناول ذلك فيما بعد بالتفصيل عند الحديث عن طرق علاج وصيانة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ·

ومن سوء الحظ أن نجد أن الأحماض فى الورق مثلها فى ذلك مثل الأحماض فى الأحبار تنتشر بسرعة من الأوراق التى تحتويها الى الأوراق الخالية منها ما دامت ملاصقة لها ، وعلى ذلك يجب حفظ الكتب والمخطوطات والوثائق المصنوعة من الأنواع الفاخرة من الورق والتى استخدم فى كتابتها حبر الكربون ·· أى تلك التى لا تحتوى على الأحماض

بالكميـة المتلفة ، بعيـدا عن الكتب والمخطوطات والوثائق المصنوعة من الأنواع الرديئة من الورق والتى استخدم فى كتابتها أحبار الحديد وهى الأنواع التى تحتوى بطبيعها على كمية كبيرة متلفة من الأحماض ٠

وهذه القاعدة يجب أن تراعى أيضـا عند تجليد أو تغليف الكتب والمخطوطات والوثائق النادرة اذ يجب اختيار الخامات الخالية من الأحماض حتى لا تنتشر أو تتسرب اليها الأحماض الحرة الزائدة فى الأنواع الرديئة من مواد التجليد والتغليف الى الكتب والمخطوطات والوثائق فتتلفها ٠

وفى النهـاية يمكن تلخيص أسـباب تلف مقتنيـات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية والمتاحف فى الجدول الآتى :



الإهمال والتقصير
الحوادث
• التعرض للحرارة الزائدة
• التعرض للضوء الشديد
• التعرض للرطوبة الزائدة
• التعرض للجفاف الزائد
الكوارث
عدم الاعتناء فى التداول
والتغليف والتحميل
• الحشرات
• الفطريات
• البكتريا
الشوائب الغازية الموجودة فى الجو والمركبات الغير
سيليولوزية الداخلة فى تركيب الورق
الأتربة
الجاف
الجنين
الشب
القلفونية
الأحبار
غاز كبريتيد الهيدروجين
• تغيير اللون والقابلية
غاز ثانى أكسيد الكبريت
زيادة الحموضة فى وجود
شوائب معدنية ورطوبة عالية
• تغير اللون والقابلية
الرطوبة
التغيرات الكيميائية
المصورة
• حركة الأملاح المتجمعة
• انتفاخ الأخشاب
• تقشر النقوش
• تنشيط الأملاح الذائبة
• تآكل المعادن
• تغير الملمس
• تجمع الأوراق
الرطوبة والحرارة

الفصل الأول

الأسس العلميـة
لعلاج وترميم الورق البردى

سبق أن تكلمنا بشيء من الايجاز عن أهم أسباب تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ، ومن بينها بطبيعة الحال المقتنيات المصنوعة من المواد السليولوزيه وهى الورق والبردى وسوف نتناول فى هذا الفصل من الكتاب العوامل التى تتحكم أو تؤثر على مقـاومة الورق والبردى لمسـببات التلف ·· ونعنى بها العوامل التى تؤثر على مقـدرة الورق والبردى على الاحتفاظ بخواصهما الطبيعية والكيميائية ·· وسوف نحاول كذلك توضيح الكيفيـة التى تتفاعل بها المواد السليولوزية مع مسببات أو عوامل التلف حتى نستطيع على ضوئها تهيئة أنسب الظروف واختيار أجدى الوسـائل للمحافظة على هذا النوع من المقتنيات الحضارية ·

ولما كانت صناعة أوراق البردى والمادة الخام المستخدمة فيها قد خضعت لتقاليد راسخة ولم يطرأ عليها تطور يذكر عبر العصور الطويلة التى استمرت فيها صناعة أوراق البردى فسوف نتخذ الورق بمفهومه الحديث أساسا لمناقشـة العوامل التى تؤثر على درجـة حفظ المقتنيات الثقافية والحضارية المصنوعة من المواد السليولوزية ·

وسوف تتضح لنا من خـلال المناقشة كيفيـة تلف أوراق البردى والعوامل التى تتحـكم فيهـــا بوصفها مصـنوعة هى الأخرى من مواد سليولوزية ·

والواقع أن المواد الخام المستخدمة فى صناعة الورق بل وطريقة الصنع ذاتها تعتبر من أهم العوامل التى تؤثر على مقدرة الورق لمقاومة عوامل التلف ، لذلك سوف نلقى بعض الضوء على نشأة وتطور صناعة الورق والمواد الخام المستخدمة حتى نستجلى طبيعة وكيفية التلف الذى تتعرض له الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية وذلك على النحو التالى :

حتى منتصف القرن التاسع عشر تقريبا كانت تستخدم الخرق القطنية والكتانية فى صناعة الورق بطريقة يدوية ٠٠ ولما كانت الخرق القطنية والكتانية تحتوى على أكثر من ٩٠٪ من السليولوز وحوالى ٢٪ من الماء ، لذلك نجد أن الأوراق المصنوعة منها تعتبر من أكثر أنواع الورق متانة ومن أعظمها مقدرة على الاحتفاظ بالخواص الكيميائية والطبيعية ، خاصة وأنه كان يستخدم لصقلها وربط أليافها الجيلاتين ٠٠ أى أنها تعتبر مصنوعة من سليولوز خالص نقى ٠

ومع تطور نشر الكتب والصحف لم يعد الورق المصنوع من الخرق القطنية والكتانية كافيا ، ولهذا استحدثت طرق أخرى للحصول على السليولوز اللازم لصناعة الورق من الأخشاب ٠٠

وفى عام ١٨٤٠ اكتشف كيللر (Keller) فى ألمانيا امكانية صناعة أنواع الورق المختلفة من الأنواع الطرية من الأخشاب عن طريق طحنها طحنا ميكانيكيا بواسطة أنواع خاصة من الطواحين ٠٠ ولقد انتشر الورق المصنوع بهذه الطريقة والذى يطلق عليه اسم الورق المصنوع من الخشب المصحون (ground Wood paper) انتشارا واسعا كبديل رخيص الثمن لأنواع الورق التى كانت تصنع من قبل من الخرق ٠

ولما كانت الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون تظل محتفظة بنسبة كبيرة من المركبات غير السليولوزية التى تدخل فى تركيب الأخشاب المصنوعة منها وبصفة خاصة مادة اللجنين Lignin الذى تتراوح نسبة وجوده ما بين ١٧ ، ٣٠ ٪ فاننا نلاحظ أن هذه الأنواع من الورق تكون ذات قابلية كبيرة للتأثر بالحرارة والهواء الجوى وما به من شوائب غازية وبأشعة الشمس وما بها من أشعةفوق بنفسجية ، ونجد أن لونها يتغير بسرعة كبيرة الى اللون الأصفر كما أنها تتبقع ببقع داكنة بنية اللون فضلا عن كونها تفقد متانتها وتتحول سريعا الى أجسام هشة ٠

وفى السنوات الأخيرة وبعد أن ظهرت عيوب الورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون وبعد أن أمكن معرفة الأسباب التى تعجل بتلفه تغير أسلوب صناعة الورق وأصبح الخشب المستخدم يعالج بعد صحنه معالجة كيميائية لاستخراج المركبات غير السليولوزية أو التقليل من نسبة

وجودها خاصة بعد أن ثبت أنها العامل الرئيسى فى تلف الورق ٠٠ وكانت هذه المعالجة هى الخطوة الأولى فى عمليات انتاج ما يعرف الآن باسم لب الورق الكيميائى (Chemical paper pulp) ٠

وتستخدم عدة طرق للحصول على السليولوز فى الصناعة وتعتبر طريقة الكبريتيك من أكثر هذه الطرق انتشارا ٠٠ وبحسب هذه الطريقة يطبخ الخشب المصحون أو المقطع قطعا صغيرة جدا تحت ضغط عال فى قزانات كبيرة يبلغ حجم الواحد منها حوالى ٣٠٠ م٣ أو أكثر مع محلول بيكبريتيت الكالسيوم $Ca(HSO_3)_2$ فيتحلل الخشب ويذوب جزئيا فى المحلول ويتبقى السليولوز الموجود به على صورة كتلة من الألياف ٠٠ وعند نهاية عملية الطبخ تدفع محتويات القزان الى مصفاة ضخمة عبارة عن خزان من الخرسانة له أرضية من البلاط المثقب ٠٠ وهناك يفصل السليولوز من المحلول ثم يغسل بالماء ويعصر فى مكابس ويجفف ويرسل بعد ذلك الى مصانع الورق ٠

وعندما يصل لب الورق المجهز كيميائيا الى مصانع الورق فانه يوضع فى أحواض كبيرة الحجم مملوءة بالماء ويقلب جيدا حتى يتحول السليولوز الى هيئة معلق فى الماء (Suspension) نسبته تتراوح ما بين ٢ ، ٣٪ ثم يصفى الماء ويسحق السليولوز سحقا جيدا الى أن يتحول الى ألياف دقيقة الحجم جدا ويغسل عدة مرات بالماء حتى يصير نظيفا ٠٠ ينقل السليولوز بعد ذلك الى قزانات دوارة ويخفف بالماء وتضاف اليه المواد الرابطة (Loading materials) والمواد المالئة (Sizing materials) ثم يصفى الماء ويسحق السليولوز سحقا جيدا الى أن يتحول الى ألياف يصل المزيج الى القوام المناسب ٠٠ وأخيرا يدفع المزيج الى الماكينات لتشكيل صحائف الورق ٠

والواقع أن مراحل المعالجة الكيميائية التى يمر بها الخشب المصحون الى أن يتحول الى لب الورق الكيميائى (Chemical paper pulp) تفيد كثيرا فى ازالة معظم المكونات غير السليولوزية للخشب ، وبذلك يتخلص الورق المصنع من مسببات التلف التى كان يتعرض لها الورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون ، الا أن المواد المالئة كالطفل والطباشير وكذلك المواد الرابطة وخاصة القلفونية التى يتطلب استخدامها استعمال شب البوتاس وأيضا المواد المبيضة والمواد المعدنية الملونة مثل أكسيد التيتانيوم ، وجميعها يضاف الى لب الورق الخام بغرض اكساب الورق المصنع صفات طبيعية تناسب الأغراض التى سوف يستعمل فيها ، تشكل مصادر تلف جديدة للورق فبعضها يسبب أكسدة السليولوز

والبعض الآخر يزيد من حموضة الورق ، أما النوع الثالث فيقوم بدوره كعامل مساعد لتحويل الشوائب الغازية الموجودة فى الجو الى أحماض ٠

وعلى ذلك يمكن القول بأنمدى مقاومة الورق لعوامل التلف تتوقف الى حد كبير على طريقة صنعه وعلى المواد الخام المستخدمة فى صناعته ، وحتى قبل أن يصبح مخطوطة أو كتابا ، الأمر الذى يشكل صعوبة كبيرة امام القائمين باعمال علاج وصيانة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ٠

وبصفة عامة يمكن القول بأن مسببات تلف الورق سواء كان مصنوعا بطريقة يدوية من الخشب المصحون أو كان مصنوعا بطريقة آلية من لب الورق الكيميائى هى :

١ ـ التغيرات المستمرة فى محتوى الورق من الرطوبة ٠

٢ ـ التعرض المستمر لضوء الشمس وما به من أشعة فوق بنفسجية ٠

٣ ـ التعرض اليومى للهواء وللشوائب الغازية الموجودة فى أجواء المدن نتيجة لاحتراق الوقود ٠

والواقع أن جميع هذه المسببات والكيفية التى تتفاعل بها مع الورق هى العوامل الرئيسية التى تحكم عمليات علاج وصيانة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق ولذلك سوف نتناولها بالتفصيل وذلك على النحو التالى :

اولا ـ التغيرات المستمرة فى محتوى الورق من الرطوبة :

الألياف السليولوزية بطبيعتها متميعة (Hygroscopic) وهذا يعنى أنها ذات قابلية كبيرة لادمصاص الماء من الأجواء المحيطة ٠

وتعتمد كمية الماء المدمصة ليس فقط على الرطوبة النسبية (Relative Humidity) فى الجو ولكنها تعتمد كذلك على درجة حرارة الهواء المحيط بالكتب والمخطوطات ٠

وتتغير الخواص الفيزيائية والفيزيوميكانيكية للورق تغيرا ملحوظا بتغير محتوى الورق من الرطوبة ، فالرطوبة تزيد من لدونة الورق كما أنها تتسبب فى ارتخاء وضعف الروابط التى تربط بين ألياف السليولوز Inter fiber bonding) ولهذا نجد أن للرطوبة تأثيرا كبيرا على الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للورق مثل خاصية تحمل الورق للطى (Folding endurance) ومقاومةالورق للشدأوالمط (Tensile strength)

وأيضا مقاومة الورق للتمزق (Tearing strength) ٠٠ والواقع أن معظم الخواص الطبيعية للورق تتغير زيادة أو نقصا بالزيادة أو النقص فى محتوى الورق من الماء الحر أى أنها تغيرات عكسية (Reversible) وعلى سبيل المثال فاننا نجد أن عدد مرات الطى المزدوجة التى تؤدى الى كسر الورق تزيد بزيادة محتوى الورق من الرطوبة وتقل بقلته ٠٠ وفى نفس الوقت فان التغيرات التى تحدث لبعض خواص الورق عند درجات الرطوبة العالية وخاصة بريق ولمعان الورق (Gloss) تكون غير عكسية (Irreversible) فقد ثبت أن بريق الورق ينطفىء نهائيا عندما يتعرض الورق لتأثير درجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٥ ٪ ٠٠ ومن ناحية أخرى نجد أن السليولوز يتحلل مائيـا بتأثير محاليل الأحماض التى تتكون نتيجة لتعرض الورق الذى يحتوى على كمية كبيرة من الرطوبة وبعض الشوائب المعـدنية لتـأثير الغازات الحمضية التى توجد عادة كشوائب غازية فى أجواء المدن ٠

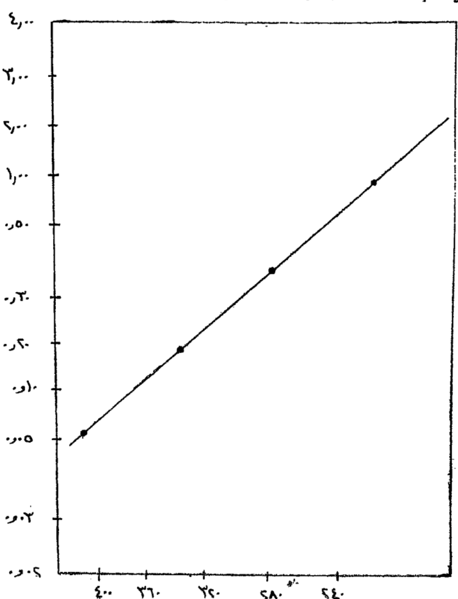
ومما لا شك فيه أن تعرض الورق لدرجات رطوبة عالية ولأشعة الشمس وما بهـا من أشعة فوق بنفسجية يسـاعد كثـيرا على تحلل السليولوز ٠٠ وسوف نتناول الكيفية التى يتحلل بها السليولوز بعـد مناقشة بقية أسباب تلف الورق ٠

ثانيا ــ التعرض المستمر للضوء :

لقـد ثبت من بعض الدراسـات التى أجريت فى هـذا المجال أن السليولوز لا يمتص الضوء المرئى ولهذا السبب يعتقد بعض الدراسين أن السليولوز لا يتأثر بالاشعاعات الضوئية التى تزيد أطوال موجاتها عن ٤٠٠ ملليميكرون،الا أن لونر وويلسون (Launer and Wilson) قد أثبتا أن السليولوز يتأثر بالاشعاعات الضوئية التى تتراوح أطوال موجتها مابين ٣٣٠ ، ٤٤٠ ملليميـكرون ، وكذلك أثبت كـل مـن ريشـتر وكولر (Richter and Kohler) أن السليولوز يتأثر بالاشعاعات الضوئية التى تتراوح أطوال موجاتها ما بين ٤٠٠ ، ٤٦٠ ملليميكرون ومن ناحية أخرى نجد أن بعض الدارسين ومن بينهم روبرت فيللر (Robert Feller) يرون أن السليولوز نفسه لا يمتص الضوء المرئى ونجدهم يعتقدون أن المـواد الرابطة الداخـلة فى تركيب الورق مثل الغراء والقلفونية وكذلك المركبات غير السليولوزية مثل اللجنين هى التى تمتص الضوء البنفسجى والأزرق مما يؤدى الى وهن الورق ويجعله أكثر عرضـة للتلف بفعل الضـوء ٠

ولما كانت طاقة الضوء تنخفض كلما كبر طول موجة الاشعاعات الضوئية فان معدل التلف يزداد كلما قصر طول الموجة .. ولقد أثبت معهد المعايرة الأمريكي ان نسبة تلف الأنواع قليلة الجودة من الورق بفعل اشعاعات ضوئية طول موجتها ٤٨٠ ملليميكرون الى نسبة تلف نفس الأنواع من الورق بفعل اشعاعات ضوئية طول موجتها ٤٠٠ ملليميكرون تبلغ ١ : ١٠ .

ولقد قام روبرت فيللر بدراسة المعدلات النسبية للتفاعلات الضوء كيميائية مقارنة بأطوال موجات الاشعاعات الضوئية ووجد أنها تزداد بشدة كلما قصر طول الموجة وعلى النحو المبين فى المنحنى الآتى :



التعريض اللازم لاحداث التلف :

لقد أثبت ريشتر (Richter) أن الورق يتعرض لتلف شـديد عندما يقع تحت تأثير ضوء الشمس لمدة تتراوح ما بين خمسين ومائة ساعة ٠٠ وهذا يعنى بالقياسات الضوئية أن الورق يتلف بشدة عندما يتعرض لاضاءة شدتها تتراوح من ٤٠٠ر٠٠٠ الى مليون شمعة/قدم/مربع/ساعة (Foot Candle hours) وعلى أية حال فاننا نجد أنه من الخطأ تعميم ما انتهى اليه ريشتر على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية أو على معروضات المتاحف وذلك على أساس أن تعريض الورق لأشعة الشمس مباشرة سوف يؤدى الى رفع درجة حرارته ، ونحن نعلم أن الحرارة والرطوبة لهما تأثير كبير على معدل التلف الذي يتعرض له الورق ٠

وبصفة اجمالية اتفقت معظم الدراسات التى أجريت فى هذا الصدد على أنه لا يجب أن تزيد شدة الاضاءة عن ١٥٠ لوكس (Lux) بالنسبة للأنواع الجيدة من الورق التى لا تحتوى على أية أصباغ وألا تزيد عن ٥٠ لوكس بالنسبة للأنواع غير النقية أو المصبوغة ٠

ومن ناحية أخرى لا يفوتنى أن أنوه الى الدراسات القيمة التى قام بها كل من لونر وويلسون وستللنجز وفان نوستراند والتى انتهوا فيها الى القول بأن تعريض الورق للضوء يؤدى الى اصابته بالوهن ، الأمر الذى يزيد من معدل التلف الذى يصيبه بفعل عوامل أخرى حتى ولو أبعدناه بعد ذلك بالتخزين عن دائرة التأثير المباشر للضوء ٠

العوامل الداخلية والخارجية التى تؤثر فى تلف الورق بفعل الضوء :

من الثابت الآن أن الأنواع الجيدة من الورق التى تتكون فى مجملها من سليولوز نقى لا تتأثر بدرجة كبيرة بفعل الضوء ، أما الأنواع الأخرى فتتفاوت فى درجة تأثرها بالضوء حسب طريقة صنعها وحسب المركبات غير السليولوزية الداخلية فى تركيبها سواء كانت هذه المركبات موجودة أصلا فى المواد الخـام المستخدمة فى صـناعة الورق أو كانت مركبات كيميائية مضافة الى المواد الخام أثناء عملية التصنيع ٠

ولقد ثبت من الدراسات التى قام بهـا لونر وويلسون أن قابلية الأنواع المختلفة من الورق للتلف بفعل الضوء تتناقص من الورق المصنوع من الخرق الجديدة (new rags) الى الورق المصنوع من لب الكبرتيت المنقى الى الورق المصنوع من الخرق القديمة الى الورق المصنوع من لب الكبريتيت والصودا (Sola Sulphite pulp) الى ورق الجرائد ٠ وفى

هذا المضمار نجد أن الورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون (ground Wood paper) والذى يحتوى على كمية كبيرة من اللجنين هو أكثر أنواع الورق تأثرا بالضوء .

ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن الأوراق المصبوغة تكون أكثر عرضة للتلف من الأوراق الخالية من الأصباغ ، كما أن الأوراق التى تحتوى على مواد رابطة وخاصة القلفونية تكون أكثر تأثرا بالضوء من تلك التى لا تحتوى على مثل هذه المواد الرابطة ..

وفى هذا المجال فقد أثبت كل من لونر وويلسون أن وجود أحماض حرة بالورق تزيد من قابليته للتأثر بالضوء ، كما أنهما قد أثبتا أن تهتك أو تكسر الروابط الكيميائية فى جزىء السليولوز بفعل الضوء وخاصة الأشعة فوق البنفسجية القريبة Near ultra violet radiations يتطلب وجود كمية كافية من الاكسيجين وبخار الماء .

اصفرار وقصر لون الورق بفعل الضوء :

سبق أن ذكرنا أنه بينما ينتج عن التحلل بالضوء Photolysis الذى يتم بفعل الأشعة فوق البنفسجية ، Far ultraviolet radiation اصفرار فى لون الورق فانه ينتج عن الوهن الضوئى الذى يتم بفعل الأشعة فوق البنفسجية القريبة (Near ultra violet radiation) والضوء المرئى قصير الموجة (الأزرق والبنفسجى) قصر للون الورق .. والواقع أننا نجد أن كلتا العمليتين تجرياو فى نفس الوقت .

ولقد أثبت كل من لونر وويلسون أنه يحدث اصفرار فى لون الورق أو تهتك فى الروابط الكيميائية فى جزىء السليولوز عندما ترتفع درجة حرارة الورق أثناء تعرضه للضوء بينما يحدث قصر للون الورق بفعل الضوء عند درجات الحرارة المنخفضة أو العادية .. وأن النتيجة النهائية تتوقف على كون الورق قد تعرض لفعل الضوء والحرارة أو بفعل الضوء فقط ..

وفيما يختص بالورق الذى يحتوى على اللجنين نجد أنه يتعرض لحدوث اصفرار فى لونه عندما يتعرض للضوء حتى ولو حدث هذا عند درجات الحرارة العادية .

وبالنسبة للورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون والذى يحتوى على اللجنين فقد أثبت كل من نولان وفان أكر (Nolan and Van Akker) أنه يتعرض لحدوث قصر للونه عندما يقع تحت تأثير اشعاعات ضوئية طول موجاتها أكثر من ٣٨٥ ملليميكرون بينما يتعرض

لحدوث اصفرار فى لونه عنـدما يقع تحت تأثير اشعاعات ضوئية طول موجاتها أقل من ٣٨٥ ملليميكرون ٠

ومن ناحية أخرى فقد وجد كل من لونر وويلسون أن الأوراق التى اصفر لونها بفعل الحرارة يمكن أن تجرى لها عملية قصر للون أى تبييض (Bleaching) بتعريضها للضوء ، ولكنهما عادا وأوصيا بعدم الالتجاء الى هذه الطريقة وذلك على أساس ما ثبت لديهما ولدى غيرهما من الباحثين من أن تعريض الورق للضـــوء يتسبب فى اضـعاف وتهتك الأليـاف السليولوزية ٠

تلف المواد الرابطة بفعل الضوء : (Deterioration of Size)

لقد أثبت كل من هيرتزبرج وزيريبوف (Hertzberg and Zhereboff) أن المواد الرابطة المستخدمة فى صناعة الورق تتأثر بفعل الضوء وخاصة الضوء البنفسجى والأزرق والأصفر ٠٠ أما الضوء الأحمر فقد ثبت لديهما أنه أقل تأثيرا ٠٠ ومن ناحية أخرى فقد أثبت ريشتر أن القلفونية والنشا أكثر حساسية للتأثر بالضوء من الغراء ٠

ومن هذا كله نخلص الى القول بأن الأنواع الجيدة من الورق والتى تصنع عادة من السليولوز النقى تعتبر أقل أنواع الورق تأثرا بالضوء وأن وجود اللجنين والقلفونية وغير ذلك من المركبات غير السليولوزية تؤدى جميعها الى الاسراع بتلف الورق بفعل الضوء وأن مكونات الضوء ذات التأثير الكبير على الورق هى الاشعاعات الضوئية قصيرة الموجة وخاصـة الأشعة فوق البنفسجية البعيـدة وأن تعريض الورق للضـوء يؤدى الى اصابته بالوهن الأمر الذى يتسبب فى الاسراع بتلفه بفعل عوامل التلف الأخرى وأن معدلات التلف بفعل الضوء تزداد كثيرا عند درجات الحرارة المرتفعة وعند وجود غاز الأكسيجين والرطوبة ٠

ثالثا ــ التعرض اليومى للهواء وللشوائب الغازية الموجودة فى الجو :

تتعـرض الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخيـة للتلف نتيجـة لتعرضها اليومى للهواء بفعل عاملين هما :

١ ــ الاتربة والمواد الأخرى المعلقة (Aerosols) التى تتناثر فى الجو من مداخن المصانع نتيجة للاحتراق غير الكامل للوقود وكذلك جسيمات الأملاح التى تتناثر فى أجواء المدن القريبة من البحار ٠

٢ ـ أكسيجين الهواء والغازات الحمضية التى تنتج عن احتراق الوقود والتى توجد عادة كشوائب غازية فى أجواء المدن الصناعية ٠

وسوف نتناول هذه العوامل بايجاز وذلك على النحو التالى :

الأتربة والمواد العالقة فى الهواء :

تتميز الأوراق القديمة بسطوحها الخشنة المغطاة بالشعيرات الكثيرة ٠٠ ولذلك فانه من السهل جدا التصاق الأتربة والمواد العالقة الأخرى بهذه السطوح ٠

وتتكون المواد العالقة من التراب دقيق الحبيبات الذى يتركب عادة من سليكات الألومنيوم Al 203.2 SIO 2.2 H 20 والرمل الناعم وكذلك السناج وحبيبات القار أو الهيدروكربونات الثقيلة فى أجواء المدن الصناعية وكلوريد الصوديوم فى أجواء المدن الساحلية ٠٠ وتنجذب الأتربة وغيرها من المواد العالقة الى الورق بواسطة الشعيرات السطحية ثم تتمركز فى المسافات الكائنة بين الألياف وكذلك فى المساحات الغائرة والثقوب الشعرية ، وذلك بمعاونة الغشاء الدهنى الذى يغلف معظم الأتربة وغيرها من المواد العالقة فى الهواء ٠٠ ولا تتسبب هذه المواد العالقة بسطح الورق فى تشويه مظهره فحسب بل انها أيضا تشجع الكثير من الحشرات والكائنات الحية الدقيقة على اصابتها ٠٠ وبالاضافة الى ذلك فان الأتربة التى يدخل فى تركيبها الكيميائى عناصر معدنية كالحديد تقوم بدور العوامل المساعدة التى تحول الشوائب الغازية الموجودة فى الجو الى أحماض خاصة فى وجود نسبة عالية من الرطوبة ٠٠ ولذلك فانه من الواجب تنظيف الأوراق من هذه الجسيمات العالقة حتى تستعيد مظهرها النظيف اللائق وحتى لا تتعرض للاصابة بالحشرات أو الكائنات الحية الدقيقة أو بالحموضة الزائدة ٠

أكسيجين الهواء والشوائب الغازية الحمضية :

فى الظروف العادية لا يؤثر أكسيجين الجو تقريبا على السليولوز ولكن تأثيره يزداد فى الوسط القاعدى وعند درجات الحرارة المرتفعة ٠٠ وقد ثبت أن الأكسيجين يؤكسد السليولوز فى وجود الضوء ويتسبب فى اضعافه وطراوته ٠

أما بالنسبة لغازات التلوث الجوى فان أكثرها خطورة على الكتب والمخطوطات والوثائق هو غاز ثانى أكسيد الكبريت اذ أنه يتأكسد الى

حمض الكبريتيك بفعل بخار الماء وأكسيجين الهواء الجوى . ويتفاعل حمض الكبريتيك بدوره مع الورق ويضعفه بل يحوله الى مادة هشة يصعب تناولها ..

وبالاضافة الى ذلك فقد ثبت أن عمليات الوهن الضوئى التى تحدث للورق اذا ما تعرض لتأثير الضوء تزداد كثيرا اذا ما زادت حموضة الورق بفعل الشوائب الغازية الحمضية ..

وقد وجد أنه اذا بلغت قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH value) (*) للورق ٤ فان هذه الحموضة تكون كافية لاتلافه بمرور الوقت .

ولما كان الحديد يساعد على سرعة تحول غاز ثانى أكسيد الكبريت الى حمض الكبريتيك طبقا للمعادلة :

٢كب أ٢ + أ٢ ——حديد / عامل مساعد——← ٢ كب أ٣

كب أ٣ + يد٢ أ ————← يد٢ كب أ٤

فانه يلاحظ أن الكتب والمخطوطات والوثائق الملاصقة للأجسام المعدنية تتعرض للتلف بسرعة كبيرة جدا كما أن وجود الأتربة لاحتوائها على مركبات معدنية يساعد هو الآخر على سرعة تحول ثانى أكسيد الكبريت الى حمض الكبريتيك ولذلك فان تعريض الكتب والمخطوطات والوثائق لهواء المدن الصناعية فى وجود الأتربة يقضى عليها بسرعة كبيرة جدا الأمر الذى يوجب حفظها فى خزانات مغلقة بعيدا عن التأثير المدمر لهذا الغاز .

---

* **PH Value is the logarithm of the reciprocal of the hydrogen ion concentration [H+]**

[H+] = Normality (acid concentration).
X degree of dissociation.

$$H_{2O} \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

$$\frac{[H^+]\ [OH^-]}{[H_{2O}]} = K \quad \text{at constant temperature}$$

$$[H^+]\ [OH^-]\ {}^{-14}$$

In neutral solution $[H^+] = [OH^{--}] = 10^{-7}$

أما غاز كبريتيد الهيدروجين (يد٢ كب) فيبدو أنه لا يؤثر على الورق الا اذا وجد بنســـبة كبــيرة أو اذا تأكسد الى غاز ثانى أكسيد الكبريت ٠

ومن الغازا تالأخرى المتلفة غاز الأزون الذى يتكون فى الجو نتيجة لسلسلة من التفاعلات التى تدخل فيها أشعة الشمس والغازات الناتجة عن احتراق البنزين فى السيارات ٠٠ وهذا الغاز يتكون أيضـا بفعل الأشعة فوق البنفسجية على غاز الأكسيجين ٠٠ وربما كان هذا هو السبب فى وجود الأزون بنسبة كبيرة فى طبقات الجو العليا ٠٠ ومن ناحية أخرى يتكون هذا الغاز بسبب الشرارات الكهربية والتفريغ الصامت للشحنات الكهربية ٠ وغاز الأزون من الغازات شديدة الفتك بالسليولوز وغيره من المواد العضوية اذ أنه يؤدى الى أكسدتها ٠٠ ومن حسن الحظ لم تصبح بعد نسبة تركيز غاز الأزون فى الجو مثيرة للقلق مما لا يستدعى اتخاذ اجراءات وقائية خاصة على أن يمنع بقدر الامكان أى تفريغ كهربى صامت فى المرشحات الالكترو استاتيكية فى أجهزة تكييف الهواء المستخدمة فى المكتبـات ٠

وعلى أية حال فانه يمكن امتصاص هذا الغاز بسهولة بواسطة محلول مائى من يوديد الصوديوم (*) وفى حالة عدم امكانية وجود مرشحات فعالة لامتصاص غاز الأزون من هواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فانه يمكن استخدام الفحم النباتى المنشط الذى ثبت أنه يمتص غاز الأزون بدرجة لا بأس بها ٠

وفى نهاية تناولنا لأهم أسباب تلف الورق بوصفه يتكون أساسا من السليولوز فلعله يكون من المفيد أن نتناول ولو بشىء من الايجاز كيفية تفاعل المكونات الأساسية للورق مع عوامل التلف السابق الاشارة اليها ٠

أولا ـ التحلل المائى للسليولوز :

السليولوز هو أحد المواد الكربوهيدراتية **(Carbohydrates)** العديدة التسكر ذات الوزن الجزيئى العالى ٠٠ ولكى تتضح لنا الكيفية التى يتحلل بها السليولوز مائيا لابد لنا أن نعرف أولا كيف تتكون جزيئات السليولوز والثابت أن لجزيئات السليولوز بناء خطيا يتكون من جزيئات

---

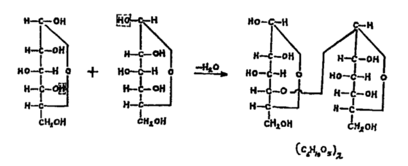
* $2KI + 2H.OH \rightleftharpoons 2KOH + 2HI$

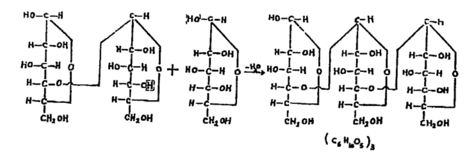
$O_3 \longrightarrow 02 + O$

$O + 2HI \longrightarrow H20 + I_2$

$2KI + O_3 + H_{20} \longrightarrow 2KOH + O_2 + I_2$

من الجلوكوز التى تتصل ببعضها البعض فى المواقع ١ ، ٤ عن طريق فقد الماء وتمثل اتصال جزيئات الجلوكوز عادة على النحو التالى :





وبتكرر العملية السابقة تتكون سلاسل السليولوز ذات الوزن الجزيئى العالى التى يرمز لها عادة بالرمز الكيميائى $X\ (C_9\ H_{10}\ O_5)$ حيث أن (×) هو عدد جزيئات الجلوكوز الداخلة فى تركيب سلاسل السليولوز ٠

وبصورة اجمالية يمكن تلخيص التفاعلات التى تتم بين جزيئات الجلوكوز والتى تنتهى بتكوين جزيئات من السليولوز بالمعادلة الآتية :

$$X\ (C_6\ H_{12}\ O_6\ ) - X\ (H_{2}O) \longrightarrow (C_6\ H_{10}O_5)\ X$$

ويتحلل السيلولوز وكذلك النشا مائيا بتأثير محاليل الأحماض ليعطى D ــ جلوكوز طبقا للمعادلة الآتية :

$$(C_9\ H_{10}\ O_5)_x + X\ H_{2}O \longrightarrow X\ C_6\ H_{12}\ O_6$$

وتعبر هذه المعادلة عن النتيجة النهائية للتحلل المائى للسليولوز أما من الناحية الواقعية فان تحلل السليولوز يحدث بالتدريج وتتكون مواد أبسط فأبسط ٠٠ ونجد أن التحلل المائى يؤدى أولا الى نقص فى طول سلاسل السليولوز ثم تتكون مواد كربوهيدراتية عديدة التسكر ذات وزن جزيئى منخفض أو أوليجوسكاربدات (Oligosaccharides) وفى المراحل الأخيرة يتكون D ــ جلوكوز (D - glucose) ٠

ويحتفظ السليولوز فى المراحل الأولية للتحلل المائى بالتركيب البنائى الأساسى للألياف (Original fibrous form) وباستمرار التحلل نلاحظ حدوث نقص واضح فى الخواص الفيزيوميكانيكية للألياف وفى درجة اللزوجة ، كما نلاحظ حدوث زيادة كبيرة فى محتوى الورق من المجموعات المختزلة (Reducing groups) وأيضا زيادة كبيرة فى قابلية السليولوز للذوبان فى المحاليل القلوية ٠٠ وفى المراحل المتقدمة للتحلل المائى للسليولوز يتحول الورق الى أجسام هشة وربما يفقد تماسكه تماما ويتحول الى نوع من البودرة ٠

ويعتمد معدل التحلل المائى للسليولوز على درجة تركيز المحاليل المائية للأحماض وأيضا على درجة الحرارة وعلى طبيعة جزيئات الجلوكوز الداخلة فى تركيب سلاسل السليولوز وكذلك على نمط الروابط التى ترتبط بها وهل هى من النوع ألفا أو بيتا ٠

ويتحول السليولوز فى فترة وجيزة بتأثير حمض الكبريتيك المركز الى الأميلويد الذى يزرق لونه باليود ٠٠ وغالبا ما يستخدم هذا التفاعل للكشف عن السليولوز ٠٠ ويستخدم فى هذا الكشف أما محلول اليود ويوديد البوتاسيوم فى محلول مشبع من كلوريد الخارصين واما محلول من حمض الكبريتيك واليود ٠

ويتم تحلل السليولوز أيضا بتأثير الكائنات الحية الدقيقة التى تفرز نوعا خاصا من الانزيمات (Specifically evolved exoenzymes) التى تكسر جزيئات السليولوز الكبيرة وتحولها الى جزيئات من مركبات كربوهيدراتية أبسط تستطيع الكائنات الدقيقة هضمها وتمثيلها غذائيا ٠

ثانيا ـ تأثير القلويات على السليولوز :

يتحلل السليولوز بسهولة نسبية بفعل الأحماض ولكنه ثابت تماما بالنسبة لتأثير القلويات الا أن السليولوز ينتفخ بشدة بتأثير المحاليل الباردة للقلويات الكاوية ونجد أنه يمتص القلوى من المحلول ليعطى مركبا كيميائيا يطلق عليه اسم السيلولوز القلوى (Alkali Cellulose) ويتحلل السليولوز القلوى بالماء بسهولة ليعطى هيدرات السليولوز ٠٠ ولا تختلف هيدرات السليولوز من ناحية المكونات الكيميائية عن السليولوز الأصلى ولكنها أقل ثباتا بالنسبة للمؤثرات الكيميائية ٠

ثالثا ـ قابلية السليولوز للتأكسد :

يتأكسد السليولوز تدريجيا بفعل العوامل المؤكسدة المختلفة (الكلور الرطب وأكاسيده وفوق أكسيد الهيدروجين ، وبرمنجنات البوتاسيوم ٠٠ وكلها مواد تستخدم فى عمليات تبييض الورق) مكونا مختلف أنواع الأكسى سليولوزات ٠٠ والأكسى سليولوز عبارة عن خليط من السليولوز غير المتغير ونواتج أكسدته ٠٠ وهو يحتوى على مواد ذات مجموعات الديهيدرية وكربوكسيلية ويختزل الأكسى سليولوز محلول فهلنج ويتلون بحمض الفوكسين كبريتوز بلون قرمزى وغالبا ما يذوب فى القلويات ٠

وفى المراحل الأولية المحدودة لأكسدةالسليولوز تتحول المجموعات الهيدروكسيلية الكحولية (Alcoholic hydroxyl groups) فى المواقع ٢ ، ٣ ، ٦ فى جزىء السليولوز الىمجموعات كربونية (Carbonyl groups) ومن المحتمل أن تتأكسد أيضا المجموعة الألديهيدية الموجودة عند ذرة الكربون رقم ٦ (C_6) الى مجموعة كربوكسيلية (Carboxyl group) ومن ناحية أخرى قد تتكون مجموعة كربونيلية كيتونية (Ketonic carbonyl group) عند ذرة الكربون رقم ٢ (C2) أو عند ذرة الكربون رقم ٣ (C3) أو عند كل منهما ٠٠ أما المجموعة الألديهيدية (Aldehydic group) الموجودة عند ذرة الكربون رقم ١ (C1) فقد تتأكسد الى مجموعة كربوكسيلية (Glutonic acid lactone) ٠

```
  ¹CHO                                      COOH
   |                                         |
H —²C —                                 H — C — OH
   |                                         |
HO—³C — h                               H — C — OH
   |                 O                       |
H —⁴C — OH       ————————>             HO — C — H
   |                                         |
H —⁵C — OH                              H — C — OH
   |                                         |
  ⁶CH₂OH                                   CH₂OH
```

D ـ جلوكوز   حمض D جلوتونيك

وفى حالة حدوث عملية التأكسد بحيث تؤدى الى كسر الرابطة التى تربط بين ذرتى الكربون ٢ ، ٣ فانها تؤدى الى تكون مجموعات الديهيدية فى هـذه المواقع ٠٠ وباستمرار عملية التأكسد فان واحـــدة من هاتين المجموعتين أو كلتاهما قد تتأكسد الى مجموعة كربوكسيلية ٠

واذا ما أدت عمليـــة الأكســـدة الى كسر السلسلة الكربونيـــة (Carbon Chain) بين ذرة الكربون رقم واحد (C1) وذرة الكربون رقم ٢ C_2 فانه تتكون مجموعة استركوبوكسيلية (Carboxylic ester) عند ذرة الكربون رقم واحد (C 1) بينما تتكون مجموعة الديهيدية أو كربوكسيلية عند ذرة الكربون رقم ٢ (C2) ٠

وفى حالة ما اذا ترتب على عمليـــة الأكســـدة فتـــح حلقة بـــيران (Pyran ring) التى تربط بين ذرة الكربون رقم واحد (C1) وذرة الكربون رقم ٥ (C5) فى جزىء الجلوكوز فانه ينتج عنهـــا تكون مجموعة استركوبوكسيلية عند ذرة الكربون رقم ١

رابعا ـ التحلل المائى للجنين :

اللجنين هو المادة الرابطة الأساسية فى الخشب ويعتبر احـــدى المواد الأســـاسية المغلفة للسليولوز ٠٠ ويتركب اللجنين من الكربـــون والهيدروجين والأكسيجين بحيث تكون نسبة الكربون المئوية أكبر منها فى السليولوز ٠٠ ولم يحدد بعد تركيب اللجنين وان كان يوجد به كمية كبيرة من مجموعات الميثوكسيل (Methoxyl group-OCH 3) الأمر الذى يسبب تكون الكحول الميثيلى عند التقطير الاتلافى للخشب ٠

واللجنين أقل ثباتاً للمؤثرات الكيميائية بالمقارنة مع السليولوز ٠٠ وفى صناعة الورق من لب الخشب يمكن ازالة اللجنين بتسخين مسحوق الخشب مع محلول مخفف من هيدروكسيد الصوديوم الذى يتفاعل مع اللجنين ويحله مائيا فيتحول الى الفانيليا ٠

وعلى ذلك يمكن القول بأن خطورة اللجنين تتركز أساسا فى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون والتى شاع استعمالها قبل اكتشاف لب الخشب الكيميائى ٠

الفصل الثانى

الأسس العلميــة
لعلاج وترميــم وصيانة الجلد والرق

لم تعد هناك حاجة الى تكرار الحديث عن العوامل التى تتحكم فى تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ، ومن بينهـا المقتنيات المصنوعة من الجلد والرق ٠٠ ولعله من الأوفق أو الأجدى أن نفرد هذا الفصل من الكتاب للحديث عن الخواص الكيميائية والطبيعية للجلود سواء كانت على هيئة جلود مدبوغة أو على هيئة رق ، وذلك لأننا نرى أن معرفة الخواص الكيميائية والطبيعية للجلود والكيفية التى تتفاعل بها هى الأساس العلمى لعلاجها وترميمها وصيانتها ٠

وقبل الاستطراد فى الحـديث عن الخواص الكيميـائية والطبيعية لبروتين الجلد والتغيرات الكيميائية التى تحدث له أثناء عمليات الدباغة أود أن أشير الى عدة أمور هامة يرتبط بها التلف الذى يصيب المقتنيات المصنوعة من الجلود على اختلاف أنواعها ، وهذه الأمور هى :

١ ــ أن تعرض المقتنيات المصنوعة من الجلود للرطوبة ، حتى ولو كانت بنسب صغيرة ــ يؤدى بها الى أن تتحول مع مرور الزمن الى كتل سوداء اللون قطرانية المظهر ٠

٢ ــ ان الجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية تكون عرضة للاصابة بنوع خطر من التحلل الكيميائى يطلق عليه اسم العطن الأحمر (Red rot) وقد ثبت أن هذا العطن يصيب الجلود عندما تتلوث بحمض الكبريتيك الذى ينتج من غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يوجد عادة فى أجواء المدن

الصناعية نتيجة لاحتراق الوقود بفعل الرطوبة وبمساعدة الشوائب المعدنية كالأتربة وغيرها ·

٣ ـ الرق بجميع أنواعه قاعدى الخواص ، ولقد هيأت له طبيعته القاعدية الوقاية ضد الاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة التى تعيش فى الأجواء الحمضية ·· وعلى الرغم من أن طبيعة الرق القاعدية تعرضه فى نفس الوقت لبعض الأضرار التى من أهمها اصفرار لونه اذا تناولته أيادى كثيرة أو اذا تعرض للأتربة التى تحتوى عادة على الحديد الذى لا يلبث أن يتحول الى هيدروكسيد الحديد مسببا هذا اللون الأصفر ·

ويعتبر الرق أحد المواد المتميعة (Hydroscopic) ولذلك فانه عندما يتعرض لكمية كبيرة من الرطوبة مدة طويلة من الزمن يتحول الى ما يسمى بالجيلاتين ·· والرق فى الحالات العادية له قدرة كبيرة على التوازن مع الجو المحيط به بامتصاص أو اعطاء الرطوبة ·· وقد ثبت بالتجربة أن الرق يحتوى على الماء بنسبة ١٠٪ من وزنه عندما يوجد فى جو رطوبته النسبية ٤٠ ٪ ، أما فى حالة وجوده فى جو رطوبته النسبية ٨٠ ٪ فانه يتعادل مع هذا الجو وتصبح نسبة الماء به ٣٠ ٪ على الأقل ·

٤ ـ ان قابلية المواد البروتينية للاصابة بالحشرات أكثر من قابليتها للاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ·

الخواص الكيميائية والطبيعية لبروتين الجلود :

تتكون الغالبية العظمى من البروتينات من خمسة عناصر هى : الكربون والأكسيجين والهيدروجين والنيتروجين والكبريت ·· وتحتوى بعض المواد البروتينية الهامة للغاية على الفوسفور علاوة على العناصر السابقة :

وتتراوح نسبة احتواء البروتينات على هذه العناصر بين الحدود الآتية :

الكربون	٥٠ ـ ٥٥٪	الأكسيجين	١٩ ـ ٢٤ ٪
الهيدروجين	٦ر٦ ـ ٣ر٧٪	الكبريت	٢ر٠ ـ ٤ر٢٪
النيتروجين	٥ ـ ١٨٪		

وثمة بروتينات تصل نسبة الكبريت فيها الى ٥٪ ·

والبروتينات مركبات غير متطايرة ذات وزن جزيئى عال وهى لا تذوب فى المذيبات العادية ·· وتعطى البروتينات التى تذوب فى الماء محاليل

غروانية ٠٠ وتتفحم البروتينات عند حرقها وتلاحظ عند ذلك الرائحة المميزة الناتجة عند حرق القرون ٠

وتستخدم عادة الاختبارات اللونية للكشف عن البروتينات :

١ ـ اختبار الزانثوبروتين :

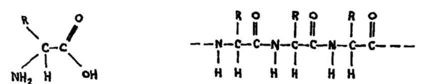
يعطى البروتين مع حمض النيتريك المركز لونا أصفر ٠٠ والبقع الصفراء التى تتكون على الجلد الآدمى أثناء الاهمال فى استعمال حمض النيتريك المركز هى نتيجة اختبار الزانثوبروتين مع بروتينات الجلد ٠

٢ ـ اختبار بيوريت :

عند اضافة هيدروكسيد الصوديوم وبضع قطرات من محلول كبريتات النحاس المخفف الى محلول البروتين يظهر على الفور لون بنفسجى ٠٠ وغالبا ما يستخدم هذا التفاعل للكشف الكيفى عن البروتينات ٠

البروتينات والأحماض الأمينية :

تتكون جميع البروتينات من سلاسل طويلة من الأحماض الأمينية على النحو التالى :



وفى العمليات الحيوية المعقدة نجد أن تتابع الأحماض الأمينية ليس عشوائيا بل يسير وفق نظام محدد ٠٠٠وبالرغم من أن النظام الذى تتتابع به الأحماض الأمينية يعتمد الى حد ما على السلوك الكيميائى للبروتينات الا أن الخواص الطبيعية للأحماض الأمينية هى التى تتحكم فى الخواص الكيميائية للبروتينات ٠

وسوف نتخذ من السلوك الكيميائى لأبسط الأحماض الأمينية وهو الجليسين(Glycine) وسيلة لفهم السلوك الكيميائى للبروتينات والأحماض الأمينية ٠٠ ويحتوى حمض الجليسين على مجموعة حمضية (Acid group) كما أنه يحتوى على مجموعة قاعدية (basic group) ولهذا فانه يحدث كلا من التفاعلات الحمضية والتفاعلات القاعدية ٠٠ أى أنه أمفوتيرى الخواص ٠٠ وذلك على النحو التالى :

(أ) سلوك حمض الجليسين فى المحاليل الحمضية : Glycine in acids

$$\underset{\displaystyle NH_2}{\overset{|}{CH_2-COOH}} + H^+ \rightleftharpoons \underset{\displaystyle NH_3^+}{\overset{|}{CH_2-COOH}}$$

+ charge acid binding

(ب) سلوك حمض الجليسين فى المحاليل القاعدية :

$$\underset{\displaystyle NH_2}{\overset{|}{CH_2-COOH}} + ON^- \rightleftharpoons \underset{\displaystyle NH_2}{\overset{|}{CH_2O^- \; CO^-}} + H_2O$$

— Charge, base binding

(ج) سلوك حمض الجليسين فى المحاليل المتعادلة (تقريبا) :

$$\underset{\displaystyle NH_3^+}{\overset{|}{CH_2-COO^-}}$$

zero net charge.

واذا ماوجد الجليسين فى سلسلة البروتين (Protein chain فسوف نجـــد أن المجموعتين الحمضية والقــاعدية ·· أى المجموعتين الكربوكسيلية والأمينية ·· سوف تكونان مقيدتين فى التركيب البنائى للبروتين ·· وتحت هذه الظروف فان المجموعتين الكربوكسيلية والأمينية لا يمكن أن تأخذا دورا فى التفاعلات الحمضية القاعدية للبروتين ·· وعلى هــذا فان الخواص الأمفوتيرية أى التفــاعلات الحمضــية القــاعدية (Acid base reactions) للبروتين سوف ترجع أساسا للمجموعات الحمضية والقاعدية الحرة بالشق الهيدروكربونى (Klkyl radical "R") الموجود فى الأحماض الأمينية ·

والواقع أن طبيعة الأحماض الأمينية تختلف اختلافا واسعا تبعــا لنوعيـــة المجمـــوعات الكيميائيـــة المتصـــلة بــذرة الكربـــون ألفــا (alpha-Carbon atom) فى جزىء الحمض الأمينى ·

ويوجد فى الطبيعة حـوالى ثمانون حمضا أمينيا ، الا أن الأحماض الأمينية ذات الأهمية الكبيرة والتى تعتبر المكونات الكيميائية الأساسية للمواد البروتينية تبلغ حوالى العشرين حمضا ·· وهذه الأحماض العشرون تقسم بصفة عامة الى أربعة أقسام هى :

١ ــ الأحماض الأمينية عديمة الأقطاب ·
Non Polar Amino Acids

٢ ــ الأحماض الأمينية الحمضية · Acidic Amino Acids

٣ ــ الأحماض الأمينية القاعدية · Basic Amino Acide

٤ ــ أحماض أمينية أخرى · Other Amino Acids

تركيب البروتينات : *Structure of Proteins.*

تختلف الأحماض الأمينية بعضها عن البعض الآخر تبعا لطبيعة المجموعات الكيميائية المتصلة بذرة الكربون آلفا alpha-Carbon atom في جزيء الحمض الأميني ·· وهذه المجموعات يطلق عليها اسم السلاسل الجانبية (Side chains) وفي حالة ما اذا كانت هذه السلاسل الجانبية تتكون من مجموعات لا تحتوى على أقطاب (No Polar groups) فان الأحماض الأمينية تعرف في هذه الحالة باسم الأحماض الأمينية الخالية من الأقطاب (Non Polar Amino Acids)

مثـال ذلـك :

Alanine

Glycine

Leucine

Valine

واذا كانت الأحماض الأمينية تحتوى على سلاسل جانبية تتكون من مجموعات كربوكسيلية طليقة (Free carboxyl groups) أو مجموعات هيدروكسيلية طليقة Free hydroxyl group فانها تعرف في هذه الحالة باسم الأحماض الأمينية الحمضية (Acidic Amino acids)

مثـــال ذلـك :

Aspartic acid

Glutamic acid

وفي حالة ما اذا كانت الأحماض الأمينية تحتوى على سلاسل جانبية تتكون من مجموعات أمينية أو مجموعات أخرى تحتوى على النيتروجين ، فانها تتفاعل كما لو كانت قواعد ولهذا يطلق عليها اسم الأحماض الأمينية القـــاعدية (Basic Amino Acids) .

مثـــال ذلـك :

Arginine

Lysine

وبالنسبة للأحماض الأمينية المتعادلة مثل حمض الجليسين وغـيره فانهـــا لا تخرج عن كونهـــا أحماضا أمينية لا تحتـوى على مجمـوعات كربوكسيلية طليقة أو على مجموعات أمينية طليقة .. وهـذا يعنى أن المجموعات الكيميائية المتصلة بذرة الكون آلفا (alpha-Carbon atom) تكون من النوع الهيدروكربونى (Hydrocarbon type) الذى لا يحتوى على أية مجموعات نشطة كيميائيا .

وبالاضافة الى الأقسام الثلاثة السابقة فانه توجد بعض الأحماض الأمينية التى يتميز كل منها بخواص كيميائية محددة ٠٠ وهذه الأحماض هى التى تعطى للبروتينات التى تحتويها خواصا كيميائية معينة ٠٠ ولتفرد هذه الأحماض بخواص كيميائية تميزها عن الأنواع التى سبق ذكرها من الأحماض فانها توضع عادة فى قسم خاص بها يطلق عليه اسم « أحماض أمينية أخرى » (Other Amino-Acids) .

Serine

Hydroxyproline

Proline

ومن حيث العلاقات الحمضية القاعدية (Acid base relationship) نجد أن البروتينات تتصرف كالأحماض الأمينية ٠٠ وطالما أن البروتينات تحتوى على كل من الأحماض الأمينية الحمضية والأحماض الأمينية القاعدية فانها سوف تحتوى على كل من المجموعات الحمضية والمجموعات القاعدية القابلة للتأين (Ionizable acidic and basic groups) ونجد أن هذه المجموعات تتأين وتربط الأحماض والقواعد طبقا لحالة الأس الهيدروجينى السالب (PH Conditions) وتتغير الشحنة الكهربية الموجودة على جزىء الحمض الأمينى طبقا لطبيعة الوسط الذى توجد فيه ، ونجد أنها تكون شحنة موجبة فى الوسط الحمضى وسالبه فى الوسط القاعدى ، أما فى الوسط المتعادل فانها تكون متعادلة وذلك نتيجة للتوازن المتبادل بين الشحنات الموجبة التى توجد فى الوسط الحمضى والشحنات السالبة التى توجد فى الوسط القاعدى ٠

وفى حالة البروتينات قد يوجد عـدد كبير من المجموعات الحمضية والمجموعات القاعدية ، ونجد أن كل نوع من هذه المجموعات يتصرف أو يعمـل مستقلا عن النوع الآخر ، الا أنه يحـدث عنـد بعض قيم الأس الهيدروجينى PH Value أن تتوازن عدد المجموعات الحمضية المتأينة مع عدد المجموعات القاعدية المتأنية ٠٠ وفى هذه الحالة يقال أن البروتين قد أصبح عند نقطة التعادل الكهربى (Isoelectric point) ٠

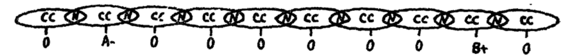
ويهمنا أن نشير هنا الى أن معظم النشاط الكيميائى للجلود يرجع بصفة أساسية الى الخواص الحمضية والقاعدية للبروتينات التى تحتويها والى التغيرات التى تحدث فى الشحنات الكهربية الموجودة على البروتين ٠

التقسيمات النوعية للبروتينات : Classification of proteins

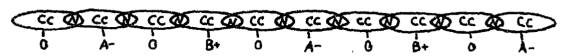
تتوقف الخواص الكيميـائية والطبيعيـة للبروتينات على التركيب الكيميائى للأحماض الأمينية الداخلة فى تركيبها ٠٠ ويوضح الجـدول الآتى محتوى البروتينات من الأحماض الأمينية :

الأحماض الأمينية معبرا عنها بالنسبة المئوية		البروتينات			
		الكولاجين Collagen	الالاستين Elastin	الكيراتين Keratin	الزلال Albumin
الأحماض الأمينية عديمة الأقطاب :					
حمض الجليسين	Glycine	٢٠	٢٢	٥	٢
حمض الألانين	Alanine	٨	١٥	٣	٦
حمض الفالين	Valine	٣	١٢	٥	٦
حمض اليوسين	Leucine	٥	١٠	٧	١٢
احماض اخرى		٤	١٥	٧	٩
المجموع		٤٠	٧٤	٢٧	٣٥
الأحماض الأمينية الحمضية :					
حمض الأسبارتيك	Aspartic	٦	٠ر٥	٧	١١
حمض الجلوتاميك	Glutamic	١٠	٢ر٥	١٥	١٧
المجموع		١٦	٣	٢٢	٢٨
الأحماض الأمينية القاعدية :					
حمض الأرجينين	Arginine	٨	١	١٠	٦
حمض الليسين	Lysine	٤	٠ر٥	٣	١٣
احماض اخرى		٢	٠ر٥	١	٤
المجموع		١٤	٢	٢٤	٢٣
احماض امينية اخرى :					
حمض السيرين	Serine	٢	١	٨	٤
حمض السيستين	Cystine	—	—	١٤	—
حمض البرولين	Proline	٢٥	١٥	٦	٥
حمض الهيدروكسى برولين	Hydroxy prolin	٣	٥	٩	٥
احماض اخرى					
المجموع		٣٠	٢١	٣٧	١٤

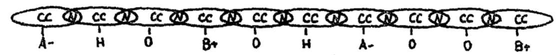
ELASTIN



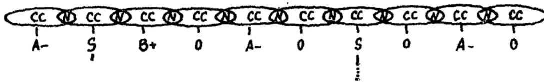
ALBUMIN



COLLAGEN



KERATIN



رسم يمثل محتوى البروتينات من الأحماض الأمينية

(١) **الاستين :** (Elastin) يحتوى على القليل من الأحماض الأمينية الحمضية (ممثلة بالحرف A) كما أنه يحتوى على القليل من الأحماض الأمينية القاعدية (ممثلة بالحرف B) ٠٠ ومن ناحية أخرى يوجد به الكثير من الأحماض) ٠٠ ومن ناحية أخرى يوجد به الكثير من الأحماض الأمينية المتعادلة ممثلة بالعلامة ●) أما الاتزان بين المجموعات الحمضية والقاعدية فيوجد فى الأحماض الأخرى (ممثلة بالحرف O) ٠

(٢) **الزلال :** Albumin يحتوى على الكثير من الأحماض الأمينية الحمضية (ممثلة بالحرف) ولذلك نجد أنه نشط كيميائيا ، الأمر الذى يكسبه خاصية الذوبان فى الماء ٠

(٣) **الكولاجين** Collagen ويعرف باسم بروتين الجلد ٠٠ ويحتوى على أحماض أمينية حمضية وأحماض أمينية قاعدية بنسبة وجدهما فى الالاسستين وأقل من نسبة وجدهما فى الزلال ٠٠ ويتميز باحتوائه على حمض الهيدروكسى برولين Hydroxy proline (ممثل بالحرف H) ٠

(٤) **الكيراتين :** Keratin ويعرف باسم بروتين الشعر ٠٠ يتميز بوجود حمض السيستين الذى يدعم ألياف الشعر ٠ (Agter Thorstensen)

وسوف نتناول فيما يلى بشىء من التفصيل بعض الأنواع التى تعنينا من البروتينات وذلك على النحو التالى :

أولا ـ المواد الزلالية :

المواد الزلالية واحدة من البروتينـات التى تذوب فى الماء وتتميز باحتوائها على نسبة عالية من الأحمـاض الأمينية الحمضية والأحمـاض الأمينية القاعدية ٠٠ وللمواد الزلالية قابلية كبيرة للتأين فى مدى واسع من قيم الأس الهيدروجينى السالب P H Value ويترتب على هذه الخاصية أن أيونات الأحماض الأمينية فى الزلال تنجذب أو تتنافر الكيروستاتيكا الأمر الذى يعطى جزيئات المواد الزلالية امكانية التكور أو الانثناء على نفسها مكونة كريات تعرف باسم الكريات الجزيئية (Molecular globules) ولهـذا السبب يطلق على المـواد الزلالية اسـم البروتينـــات الكرية (Glcbular proteins)

واذا ما أضيف الى المواد الزلالية الكرية محلول ملحى نسبة تركيزه ١٠ ٪ فان الملح سوف يكون كبارى كهروكيميائية (Electro chemical bridges) تربط بين جزيئات البروتين المتجاورة مما ينتج عنه ترسب البروتينات الكرية ٠٠ ومن ناحية أخرى وفى حالة ما اذا كانت نسبة تركيز المحلول الملحى أقل من ١٠٪ (من ٥ ــ ١٠٪) فسوف نجـد أن المحلول الملحى بهـذا التركيز سـوف يتسبب فى ذوبان البروتينـــات الزلالية ٠

وعندما ترتفع درجة حرارة محاليل المواد الزلالية الى الدرجة التى تكفى لاعطاء جزيئاتها طاقة تكفى للتغلب على قوة التنافر الالكتروستاتيكية بين أيونات الأحماض الأمينية وبحيث تكفى لاتصال جزيئات المواد الزلالية المتقاربة ، فانه يحدث فى هذه الحالة ارتباط بين الجزئيات cross linking يؤدى الى تكون جزئى كبـير جـدا من الزلال ٠٠ وهـذا هو ما يحدث لزلال البيض بالتسخين ٠

ثانيا ـ الالاستين :

الالاستين واحد من البروتينات التى تحتوى على عدد قليل جدا من الأحماض الأمينية الحمضية (Acidic Amino Acids) والأحماض الأمينية القاعدية (Basic Amino acids) ٠٠ ويختلف الالاستين عن الزلال فى هذه الخاصية وفى أنه خامل كيميائيا خمولا ملحوظا ٠٠ وللتدليل على خمول الالاستين من الناحية الكيميائية خذ قطعة من الجلد الحديث الدبغ وضعها فى قارورة وأضـف اليهـا محلول عشر عيارى من حمض

الهيدروكلوريك وقم بغليها بعد تثبيت مكثف على القارورة ثم افحصها فحصا ميكروسكوبيا بعد ذلك وسوف تلاحظ انهيـار التركيب البنائى للجلد بينما يظل التركيب الشبكى للالاستين سليما وقويا ٠

والحرير لكونه يحتوى على أحماض أمينية تتشابه الى حد ما مع الأحماض الأمينية الموجودة فى الالاستين فانهما يتشابهان فى كثير من الصفات الكيميائية ، وخاصة فى خمولهما الكيميائى ولهذا نجد أن ألياف الحرير لا تلتصق ببعضها البعض حتى بالتسخين الهين ، كما أنها لا تحتاج الى عمليات تثبيت كيميائى أو عمليات دباغة للحيلولة دون تلفها ٠

ثالثا ـ الكولاجين :

يحتوى الكولاجين على كل من الأحماض الأمينية الحمضية والأحماض الأمينية القاعدية كما أنه يحتوى أيضا على الأحماض الأمينية الخالية من الأقطاب (Non Polar Amino acids) وبالاضافة الى ذلك فانه يحتوى على نسبة عالية الى حد ما من أحماض البرولين والهيدروكسى برولين ٠

وحسب محتوى الكولاجين من الأحماض الأمينية ، ومن وجهة نظر النشاط الكيميائى (Chemical reactivity) فان الكولاجين يقع فى مكان وسط بين الالاستين والبروتينات الكرية ، فالكولاجين لا يذوب فى المحاليل المتعادلة ، كما أنه لا يذوب فى المحاليل المائية الا اذا كان قد تعرض للحرارة أو تعرض للتحلل البكتريولوجى (Bacterial degredation) ومن ناحية أخرى فان الكولاجين يختلف عن الالاستين فى درجة الخمول الكيميائى اذ نجد أن الكولاجين يذوب فى محاليل الأحماض القوية كما أنه يذوب أيضا فى محاليل القلويات القوية وعلى هذا الأساس فقد أصبح من الممكن فصل مكونات الجلد من الكولاجين والالاستين والزلال وذلك عن طريق اختيار التركيز المناسب من المحاليل الملحية والحمضية لاذابة كل من هذه المكونات ٠٠ ومما لا شك فان جميع هذه العوامل لها أهمية قصـوى فى عمليات تصنيع الجلود المدبوغة ٠

والواقع أن عدد الأحماض الأمينية المكونة للبروتين تتوقف على طبيعة البروتين ذاته ٠٠ ولقد أثبتت القيـاسات أن الوزن الجزيئى للبروتين يتراوح ما بين ١٠٫٠٠٠ ، ٢٠٫٠٠٠ أو أكثر أما فى حالة كولاجين الجلد فقد ثبت أن أصغر وزن جزيئى له يكون فى حدود ٤٠٫٠٠٠ ٠٠ وهـذا يشير الى أن عدد الأحماض الأمينية فى الجزىء الواحد من الكولاجين يتراوح من ٥٠٠ الى ١٠٠٠ حمض أمينى ٠

ومن الأمور الملفتة للنظر أن هذا العدد الكبير من الأحماض الأمينية

يتخذ نظاما خاصا ونمطا محددا فى جزىء الكولاجين ٠٠ وحقيقة الأمر أن مقدرة الخلية الحية على ترتيب الأحماض الأمينية بهذا النظام المحدد يعتبر سرا مغلقا من أسرار الحياة ٠

البناء الكيميائى للبروتينات : Chemical Structure of Proteins

تتفكك المواد البروتينية عند تحللها بالماء لتعطى فى النهاية أحماضا أمينية من النوع ألفا ـ أمينو (alpha amino) ٠ واذا كان البروتين يحتوى على أحماض ألفا ـ أمينو مختلفة فانه فى هذه الحالة ينتمى الى ما يسمى بالبروتينات البسيطة ، الا أن هنـاك أيضا بروتينات تنتمى الى طوائف أخرى من المركبات العضـوية وغير العضـوية تعرف باسـم البروتينات المعقدة ٠٠ فما هى اذن الأشكال الأساسية لرابطة الأحماض الأمينية فى جزىء البروتين المعقد ؟

لقد افترض أ ٠ دانيليفسكى فى عام ١٨٩١ أنها عبارة عن روابط أمينية مكونة بواسـطة كربوكسيل جزىء حمض أمينى ومجموعة أمينو جزىء حمض أمينى آخر على النحو التالى :

$$H_2N-CH_2-C(=O)\boxed{OH} + \boxed{H}NH-CH_2-COOH$$

$$\longrightarrow H_2N-CH_2-CO-NH-CH_2-COOH$$

ويطلق على مثل هذه الروابط اسم « الروابط الببتيدية » ٠٠ ويمكن أن تتحد بنفس الطريقة ٢ ، ٣ ، ٤ ٠٠ الخ متبقيات أحماض ألفا ـ أمينو متشابهة أو مختلفة وذلك على هيئة ثنائى ـ ببتيد أو ثلاثى ببتيد أو رباعى ببتيد ـ الخ ويطلق على مثل هذه المركبات اسم عديد ـ الببتيد (Poly Peptide)

ولقد برهن هوفميسترفيشر فى عام ١٩٠٢ على صحة هذا الفرض٠٠ ومن أمثلة المركبات التى تحتوى على روابط ببتيدية ما يلى :

$$H_2N-\underset{\underset{CH_3\quad CH_3}{\underset{/\quad\backslash}{CH}}}{\underset{|}{CH}}-CO\,\vdots\,NH-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-CO\,\vdots\,NH-CH_2-COOH$$

فاليل ـ الانيل ـ جليسين

$$H_2N-CH_2-CO-NH-CH_2-CO-NH-CH_2-CO-NH-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-COOH$$

ثلاثى ـ جليسيل الانين

وغيرهما من المركبات ٠

ويلاحظ أنه توجد فى أحد طرفى سلسلة عديد ـ الببتيد مجموعة أمينو طليقة وفى الطرف الآخر مجموعة كربوكسيل طليقة ٠

ومن الأمور الهامة التى يجب أن نلتفت اليها أنه توجد أيضا من بين الأحماض الأمينية الداخلة فى تركيب البروتينات الطبيعية أحماض احادية ـ الأمينو ثنائية الكربوكسيل وأحماض ثنائية الأمينو أحادية ـ الكربوكسيل ٠٠ واذا احتوى البروتين على كمية زائدة من الأحماض الأولى فان ذلك يؤدى الى زيادة خواصه الحمضية ، أما البروتينات ذات الخواص القاعدية فتحتوى على كمية زائدة من الأحماض الثنائية ـ الأمينو ٠

البناء الطبيعي للبروتينات : Physical Stracture of Proteins...

وبالاضافة الى البناء الكيميائى للبروتينات فانه يدور سؤال هام حول كيفية الترتيب الطبيعى (Physical orientation) للأحماض الأمينية بالنسبة لبعضها البعض فى سلسلة البروتين ٠ أى البنـــاء البللورى للبروتينات ٠

ولقـد أمكن بواسطة الدراســات التى أجريت باستخدام الأشـعة السينية تعيين المسافة التى تفصل بين الذرات فى جزىء الأحماض الأمينية، كمـا أمكن عن طريق دراســات أخـرى متعمقة باستخدام الميكروسكوب الالكترونى وأسلوب حيود الأشعة السينية تعيين أبعاد البنـاء البللورى للأحماض الأمينية فى السلاسل عديدة ـ الببتيد والسلاسل البروتينية بدقة كبيرة ٠٠

ولقد ثبت عن طريق هذه الدراسات أن جزىء البروتين يتكون من سلسلة حلزونية (Spiral chain) من الأحماض الأمينية ٠

وقد استخدمت أبعاد المسافات البينية بين ذرات الأحماض الأمينية فى عمل نماذج للبناء البللورى للبروتينات ٠٠ ومن هذه النماذج يتضح أن كل نوع من أنواع البروتينات يوجد على هيئة ملف حلزونى تتصل به من الخارج المجموعات الهيدروكربونية (Alkyl groups "R") على هيئة أهداب ٠٠ ومجمل القول أن التركيب البنائى لكل نوع من البروتين يتخذ شكل « سوستة تنجيد مراتب الأسرة (Bar-bed Wire type Structure)

وفى هذا التركيب البنائى تكون المجموعات الكربوكسيلية والمجموعات الأمينية الخاصة بالأحماض الأمينية متجهة الى الخارج ٠

ويترتب على قابلية هذه المجموعات الكربوكسيلية والأمينية وغيرهما من المجموعات النشطة لتكوين روابط هيدروجينية وللانجذاب الى بعضها البعض أن تتخذ جزيئات البروتين اتجاها خاصا ومحددا ·· ولقد ثبت أن بعض الأجنحة من الأحماض الأمينية تلتف حول نفسها مكونة ملفا أوسع حول الملف الأصلى ·· وبهذه الطريقة تتكون سلسلة البروتين (Protein chain) أما ألياف البروتين (Protein fibers) فانها تتكون باجتماع ثلاثة سلاسل على الأقل من البروتين عن طريق اتصال الملفات الواسعة التى توجد حول الملف الأصلى لكل منها ·

وبالرغم من التركيب البنائى المعقد لألياف البروتين فاننا نجد أن الترتيب الذى تتخذه ملفات المواد البروتينية والمواقع التى تتخذها الأحماض الأمينية والمسافات التى توجد بين سلاسل هذه الأحماض تسمح جميعها باحتواء أيونات المواد الكيميائية النشطة مثل مواد الدباغة أو الماء فى الفراغات الموجودة بين سلاسل البروتين ومن ثم تتفاعل معها كيميائيا ·

والواقع أن كل واحدة من سلاسل البروتين ليست كيانا كيميائيا منفصلا بل نجد أنها تتصل ببعضها البعض بواسطة كبارى من بعض الأنواع الخاصة من الأحماض الأمينية ·· ومن وجهة نظر المتخصصين فى تكنولوجيا الجلود فان حمض السيستين (Cystine) يعتبر من أهم هذه الأحماض التى تعمل ككبارى لربط سلاسل البروتين··ولحمض السيستين بناء ليفى ثابت (Stable fiber Structure) يتكون بارتباط سلسلتين ببتيديتين متجاورتين ومتعامدتين من حمض السيستين الأمينى برباط من الكبريت ·· وذلك على النحو التالى :

Cystine
(cross linking two chains)

Cystine
(reduced cystine)

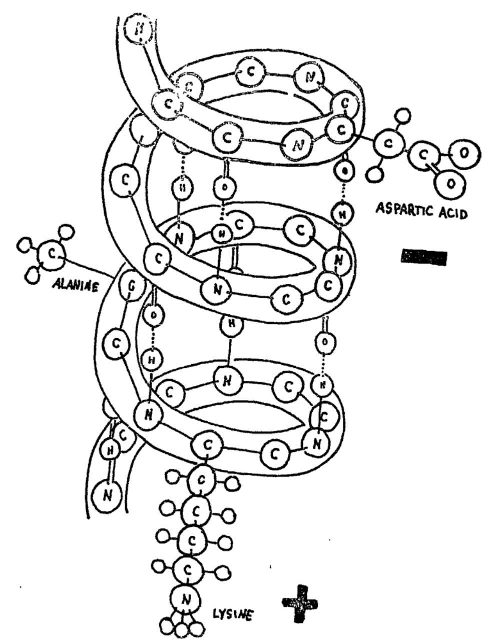
ويعتقد كثير ن المتخصصين فى تكنولوجيا الجلود أن ثبات التركيب البنــائى لأليــاف البروتين يرجع أساسا الى الروابط الهيدروجينيــة (Hydrogen bonding) والى الألفــة أو العلاقة الالكتروستاتيكية بين سلاسل البروتين ٠

وعندما تتعرض ألياف البروتين لمدة طويلة لفعل العوامل الكيميائية او عنــدما تتعرض للتحلل المائى (Hydrolysis) فقد تتكسر الروابط الهيدروجينية الموجودة بين الحلقات عديدة الببتيد (Poly Peptide links) مسببة امتصاص كمية اضافية من جزيئات الماء ٠٠ وعلى ذلك فان معالجة البروتينات بالمواد الكيميــائية المسببة للتحلل المائى يؤدى الى اضطراب الروابط التى تربط بين سلاسل البروتين ، الأمر الذى يؤدى الى تشتت أو تحلل البروتين ٠

وبطبيعة الحال فان تحلل البروتين يؤدى الى توفر كمية أكثر من كل من المجموعات الحمضية والمجموعات القاعدية ، الأمر الذى يترتب عليه زيادة فى قدرة البروتين على الترابط الحمضى القاعدى ٠

وبالرغم من أن تحلل البروتين الى الأحماض الأمينية المكونة له يحتاج الى معالجة كيميائية قوية جدا ، مثال ذلك ، الغليان لمدة طويلة مع الأحماض أو القلويات الا أننا نجد أن هناك أنواعا خاصــة من الأنزيمات تستطيع احداث كسر فى الروابط التى تربط بين الأحماض الأمينية المكونة للبروتين مسببة حدوث تغير فى البناء البللورى للبروتينات ٠

والحقيقة أن قوة الروابط التى ترتبط بها الأحماض الأمينية المكونة لألياف البروتين قوية جدا الى درجة أن ألياف البروتين تزيد فى قوتها عن قوة الصلب ، غير أنه لا يمكن بطبيعة الحال أن نفترض مثل هذه القوة فى الجلود ، وذلك على أسـاس أن قوة الجلود تعتمد ليس فقط على قوة ألياف البروتين بل تعتمد كذلك وبصفة أساسية على قوة الروابط التى ترتبط بها هذه الألياف فى النسيج الجلدى ٠



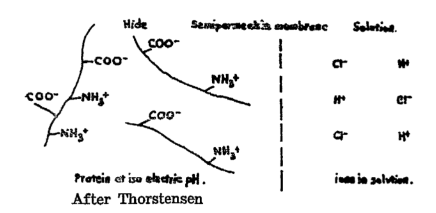
التمثيل المثالى الذى اقترحه بولنج (Pauling) للتركيب البنائى للبروتين وهو التركيب المعروف باسم (Alpha helix structure) ويرى بولنج ان الملف الحلزونى الذى تنتظم فيه الأحماض الأمينية المكونة للبروتين مثبت فى المكان بواســـطة الروابط الهيدروجينية (Hyérogen bonds) بينما الشق الهيدروكربونى (Alkyl radical "R») ينتظم على هيئة ملحقات عل ىالملف الرئيسى .. اما حمض الاسبارتيك (Aspartic acid) وحمض الليسين (Lysine acid) فيوجدان فى الحالة المتأينة العادية .

Afler Thorstensen.

انتفاخ الياف المواد البروتينية : Swelling of Protein fibers

تؤثر قابلية المواد البروتينية للانتفاخ على حجم وشكل ألياف الجلود الخام كما أنها تؤثر أيضا على حجم حبيباتها ومن ثم على نوعيتها ٠٠ وعلى ذلك فان قابلية ألياف البروتين للانتفاخ تكتسب أهمية كبيرة سواء عند تجهيز الجلود المدبوغة أو عند صيانتها ٠٠ الأمر الذى يوجب محاولة فهم ميكانيكية الانتفاخ ووسائل تجنب آثاره الضارة ٠

وحتى نستطيع الوقوف على ميكانيكية انتفاخ ألياف المواد البروتينيه سوف نفترض أن الجلد يوجد على صورة محلول متناسق ومتعادل من الجيلاتين على أحد جانبى غشاء افتراضى نصف منفذ ، على النحو الآتى :

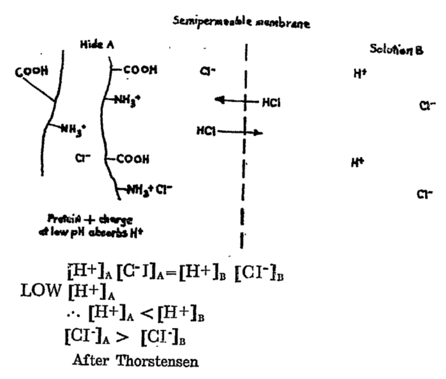


After Thorstensen

فاذا ما أضيف محلول من حمض الهيدروكلوريك (كلوريد الهيدروجين) الى الجيلاتين فسوف يحدث ارتباط بين الجيلاتين وبين أيونات الهيدروجين مؤديا الى حدوث هجرة لكلوريد الهيدروجين من طور الماء الى طور الجيلاتين من خلال الغشاء نصف المنفذ ٠٠ وطالما أن معظم أيونات الهيدروجين سوف ترتبط بالبروتين فان مزيدا من أيونات الهيدروجين سوف تنجذب الى الجيلاتين آخذة معها أيونات الكلوريد ، الأمر الذى يؤدى الى وجود تركيز كبير من أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد على جانب الغشاء المحتوى على محلول الجيلاتين ، الا أنه بمرور الوقت سوف يحدث اتزان بين أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد على جانبى الغشاء ٠

ولكى يصل المحلول الى حالة التعادل الكهربى (Electrical neutrality) فان كلوريد الهيدروجين يجب أن ينفذ من خلال الغشاء النصف منفذ على صورة جزيئات أكثر منه على صورة أيونات حرة من الهيدروجين والكلوريد ٠٠ وهذا يعنى أن كل أيون من أيونات الكوريد يجب أن يحمل

معه عند مروره من خلال الغشاء نصف المنفذ أيونا من الهيدروجين حتى يمكن الاحتفاظ بنفس العلاقة بين الشحنات الكهربية على جانبى الغشاء نصف المنفذ



$$[H+]_A [C^-I]_A = [H+]_B \ [CI^-]_B$$

LOW $[H+]_A$

$$\therefore \ [H+]_A < [H+]_B$$

$$[CI^-]_A > \ [CI^-]_B$$

After Thorstensen

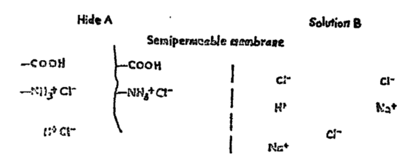
وطبقا لقانون فعل الكتلة (Law of mass action) فان تركيز أيونات الهيدروجين مضروبا فى تركيز أيونات الكلوريد فى طور الجيلاتين يجب أن يكون مساويا لتركيز أيونات الهيدروجين مضروبا فى أيونات الكلوريد فى طور الماء .. وحيث أن تركيز أيونات الهيدروجين الموجودة فى طور الجيلاتين يكون عند قيام التوازن أقل من تركيز أيونات الكلوريد الموجودة فى نفس الطور نتيجـة لاتحاد أو ارتبـاط أيونات الهيدروجين بالجيلاتين ، فانه حسب قانون فعل الكتلة يجب أن يكون تركيز أيونات الكلوريد فى طور الجيلاتين أكثر كثيرا من تركيزها فى طور الماء ، الأمر الذى ينتج عنه بطبيعة الحال حـــدوث فرق كبير فى الضغط الأزموزى (Osmotic Pressure) بينهما .. ونتيجة لوجود هذا الفرق فى الضغط الأزموزى يمر الماء من خلال الغشاء نصف المنفذ الى خلايا الجيلاتين مسببا انتفاخها .

وعلى ذلك فانه يمـكن القول بأن اضافة أحماض قوية الى الجلود الخام سوف يؤدى الى انتفاخ أليافها .. وهذا الانتفاخ بدوره سوف يحدث

تلفا كبيرا لها • ويعتبر الانتفاخ فى الواقع خطورة أساسية فى عملية الاذابة عن طريق التحلل المائى لبروتين الجلد •

وانتفاخ الجلود الخام ليس مرتبطا فقط بتأثير الأحماض ، ولكنه يحدث كذلك وبنفس الأسلوب باستخدام هيدروكسيد الصوديوم وغيره من المواد القلوية ، الا أن الانتفاخ فى هـذه الحالة يحدث طبقا لمقـدرة البروتين على الارتباط بالشق القاعدى من المادة القلوية المستخدمة • وعند اختلال التوازن الكهربى فى المحلول فسوف نجد أن حجم ألياف البروتين المنتفخة سـوف يزداد تبعا لزيادة عـــدد الأيونات القلوية التى ترتبط بالبروتين •

سبق أن أوضحنا فى الحالة السابقة أنه يحدث عند اضافة محلول من حمض الهيدروكلوريك الى الجيلاتين فى وجود غشاء نصف منفذ ارتباط بين الجيلاتين وبين أيونات الهيدروجين وأن هـذا الارتباط يؤدى حسب قانون فعل الكتلة الى زيادة تركيز أيونات الكلوريد فى طور الجيلاتين ، الأمر الذى يتسبب فى حدوث فرق كبير فى الضغط الأزموزى على جانبى الغشاء نصف المنفذ مما يدفع الماء الى المرور من خلال الغشاء الى خلايا الجيلاتين مسببا انتفاخها • والآن سنحاول توضيح ما يحدث عادة للجيلاتين أو الجلد الخام اذا ما أضيف اليه بجانب حمض الهيدروكلوريك كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) •



$$[H+]_A\ [Cl]_A = [H+]_B\ [Cl^-]_B$$
$$[H+]_A < [H+]_B$$
$$[Cl^-]_A > [Cl^-]_B$$

But $[Cl^-]_B$ is high due to Presence of Nacl, therefore the Concentration difference is small and osmotic pressure is small.

(After Thorstenseni

يتضح من الشكل أنه عند اضافة محلول من حمض الهيدروكلوريك (كلوريد الهيدروجين) الى الجلد الخام الذى افترضنا وجوده على صورة محلول متناسق من الجيلاتين فسوف يحدث ارتباط بين بروتين الجلد وبين أيونات الهيدروجين ٠٠ وفى نفس الوقت فان الجيلاتين سوف يحتوى أيونات الكلوريد مكونا كلوريد الجيلاتين ٠٠ وعلى ذلك سوف تقل درجة تركيز كلوريد الهيدروجين فى طور الماء ٠

وفيما يختص بكلوريد الصوديوم فسوف يتأين هو الآخر وينفذ من خلال الغشاء نصف المنفذ ولكن بدرجة أقل من درجة نفاذ كلوريد الهيدوروجين ٠٠ وذلك لأن قابلية أيونات الصوديوم للارتباط ببروتين الجلد أقل كثيرا من قابلية أيونات الهيدروجين ٠

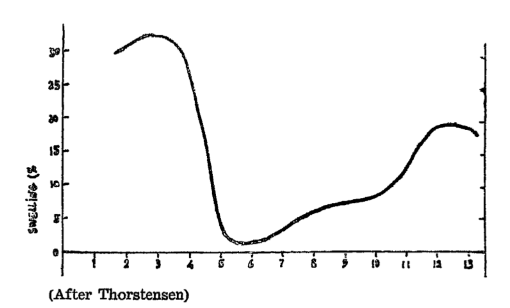
وعلى هذا الأساس فان انتقال أيونات الكلوريد عبر الغشاء نصف المنفذ يمكن أن يتم عند قيام التوازن على صورتين ٠٠ الصورة الأولى تكون فيها أيونات الكلوريد على صورة كلوريد الهيدروجين ٠٠ وفى هذه الحالة تنتقل أيونات الكلوريد حاملة معها أيونات الهيدروجين من طور الماء الى طور الجيلاتين ، أما الصورة الثانية فتكون فيها أيونات الكلوريد على صورة كلوريد الصوديوم ٠٠ وفى هذه الحالة تنتقل أيونات الكلوريد حاملة معها أيونات الصوديوم عبر الغشاء نصف المنفذ من طور الماء الى طور الجيلاتين ثم من طور الجيلاتين الى طور الماء ٠

وتحت هذه الظروف فان تركيز أيونات الهيدروجين فى طور الجيلاتين يكون أقل من تركيزها فى طور الماء بينما يكون تركيز أيونات الكلوريد فى طور الماء أكبر من تركيزها فى طور الجيلاتين ونتيجة لذلك قد لا يكون هناك فرق كبير فى درجة تركيز الأيونات فى كل من الطورين عند قيام التوازن ، الأمر الذى يترتب عليه عدم وجود فرق ملحوظ فى الضغط الأزموزى بينهما ٠

ومن هذا يتضح لنا أن وجود كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) لا يؤدى الى انتفاخ ألياف البروتين ومن ثم يحفظها من التلف ٠

ويعتبر التحكم فى انتفاخ الياف البروتين عن طريق استخدام ملح الطعام أمر حيوى جدا فى صناعة الجلود المدبوغة حيث ثبت أنه كلما زادت كمية الملح المستخدمة كلما زاد انبساط الجلود وكلما قل انتفاخ اليافها بفعل الأحماض ٠٠ والواقع أن الموازنة الواعية بين الكمية المستخدمة من كل من ملح الطعام والحمض أثناء عملية دباغة الجلود تعتبر احدى العوامل الأساسية التى تتحكم فى نوعية الجلود المدبوغة ٠

وفى نهاية تناولنا للعوامل التى تتحكم فى انتفاخ ألياف البروتينات لابد من القول أنه قد ثبت أن هنـاك علاقة مباشرة بين انتفاخ أليـاف البروتينات وبين درجة حموضة أو قلوية الوسط الذى توجد فيه والتى يعبر عنها عادة بالأس الهيدروجينى السالب (PH Value) ولقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا الموضوع أن قابلية ألياف البروتين للانتفاخ تكون عند الحد الأدنى عند نقطة التعادل الكهربى (Isoelectric Point) بينما وجد أنها تزيد زيادة ملحوظة فى كل من الوسط الحمضى والوسط القاعدى ‥ ولقد وجد أيضا أن قابلية ألياف البروتين للانتفاخ تتزايد فى الوســط الحمضى بالتدريج وأنهـا تبلغ مداها عندما يصـل الأس الهيدروجينى السالب (P H Value) الى القيمة ٣ وهى القيمة التى تتأين عندها جميع المجمـوعات الكربوكسيلية فى الأحمـاض الأمينيـة المكونة للبروتين ‥ وهذا ما سوف يتضح لنا من الرسم البيانى الآتى الذى يمثل العلاقة بين الأس الهيدروجينى السالب PH Value وبين قابلية ألياف البروتين للانتفاخ ‥ ويطلق عليه عادة اسم منحنى الانتفاخ ٠



(After Thorstensen)

وبعد أن انتهينا فى فصلى هذا الباب من مناقشة كيفية تلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية سواء كانت مصنوعة من الورق أو البردى أو الجلد أو الرق والعوامل التى تتحكم فى هذا التلف فسوف نختتم الحديث عن الأسس العلمية للعلاج والترميم والصيانة باعطاء لمحة موجزة عن أهم الوسائل التى يمكن بواسطتها صيانة الكتب والوثائق والمخطوطات وهى :

أولا ـ التحكم فى الاضاءة :

من الواجب تحديد كمية الاضاءة والتحكم فى نوعية الضوء الذى تتعرض له الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بأنواعها المختلفة سواء كانت مصنوعة من الورق أو البردى أو الجلد أو الرق حتى يمكن الابقاء عليها أطول مدة ممكنة .. ويمكن تلخيص الاحتياطات الواجب اتخاذها فى هذه الحالة فيما يأتى :

(أ) استبعاد الأشعة فوق البنفسجية استبعادا تاما :

وقبل أن نبدأ فى تناول الوسائل التى يمكن بواسطتها استبعاد الأشعة فوق البنفسجية لابد لنا أولا من أن نحدد المصادر الضوئية التى يتحتم استبعاد الأشعة فوق البنفسجية منها وهى :

- جميع أشكال الاضاءة الطبيعية .
- جميع لمبات الفلورسنت فيما عدا النوعين اللذين تنتجهما شركة فيليبس وهما فيليبس ٣٧ وفيليبس ٢٧ .

أما وسائل استبعاد الأشعة فوق البنفسجية فهى :

١ ـ استخدام مرشحات ضوئية لامتصاص هذه الأشعة سواء على شكل أنواع خاصة من الزجاج أو عن طريق دهان زجاج النوافذ وفترينات العرض ببعض الأنواع الخاصة من الورنيش من مركبات البنزوفينون والبنزوترايازول (Benzophenone and Bensotriazole) .

٢ ـ تجنب سقوط الضوء المباشر على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بل يجب أن يسقط الضوء منعكسا من سطح جدار مغطى بملاط أبيض مثل ملاط الجبس أو الجير .. وذلك على أساس أن الملاط يمتص معظم الأشعة الضارة ولا يعكسها .

(ب) التقليل من شدة الاضاءة :

سبق أن ذكرنا أن الدراسات العديدة التى أجريت على تأثير الضوء

على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية قد أجمعت على أنه لا يجب أن تزيد شدة الاضاءة عن ١٥٠ لوكس بالنسبة للأنواع الجيدة من الورق والتى لا تحتوى على أية أصباغ وألا تزيد عن ٥٠ لوكس بالنسبة للأنواع غير النقية أو المصبوغة ٠

ومن الوسائل المقترحه للتقليل من شدة الضوء وكميته الوسائل الآتية :

١ ــ استخدام ستائر معتمة لخزانات العرض ولشبابيك صالات العرض حتى يمكن اظلامها طوال الوقت فيما عدا الوقت المحدد للزيارة ٠

٢ ــ عرض وتخزين الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة بالتبادل ٠

ثانيا ــ التحكم فى الظروف الجوية :

لقد اتضح لنا عند الحديث عن العوامل التى تتحكم فى تلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية أن السليولوز وهو المكون الأساسى للورق والبردى يتعرض للتلف عن طريق التحلل المائى والتأكسد والتفاعلات الضوء كيميائية وأن جميع عوامل التلف هذه تزداد حدتها بفعل الحرارة ٠٠ ومن ناحية أخرى فقد ثبت أيضا أن المعدل الذى تتلف به المواد السليولوزية ينخفض كثيرا ويصل الى الحد الادنى فى الأجواء الجافة وعند درجات الحرارة المنخفضة ، الا أننا نجد فى نفس الوقت أن كلا من الجلد والرق يفقد مرونته فى مثل هذا الجو ويتحول الى أجسام صلبة ولكنها هشة ٠٠ كما أن الورق هو الآخر يفقد مرونته ويتحول الى أجسام هشة سهلة الكسر ٠٠ ولذلك فانه ازاء هذه التأثيرات المتضاربة فانه يفضل دائما الالتزام بحل وسط وهو ربط الرطوبة النسبية بحوالى من ٥٠ الى ٥٥٪ عند درجة حرارة من ١٨ الى ٢٥م ٠٠ وهى القيمة التى اتفق أغلب الدارسين على أنها انسب درجات الحرارة والرطوبة لتخزين وعرض الكتب والمخطوطات والوثائق ٠٠ وعلى أية حال فان التحكم فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية يحل فقط نصف المشكلة ٠٠ وذلك على أساس أنه يلزم لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار التلف الكيميائى تنقية الهواء الداخل الى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية من مخلفات الاحتراق غير الكامل للوقود وغازات التلوث الجوى وذرات الأملاح التى تتناثر فى أجواء المدن الساحلية ٠

وانطلاقا من هذه المبادىء فانه يمكن القول بأن عناصر التحكم فى الظروف الجوية هى التهوية وتنقية الهواء الداخل الى أجواء دور الكتب

والأرشيف والوثائق التاريخية وتثبيت الحرارة والرطوبة النسبية عند الدرجات المناسبة والمأمونة ٠٠ وسوف نتناولها بايجاز شديد وذلك على النحو التالى :

١ ـ التهوية : (Ventilation)

التهوية الملائمة ضرورة من ضرورات الحياة داخل دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ٠٠ الا أن غاز الاكسيجين من وجهة نظر الصيانة يعتبر من الغازات الجوية الضارة اذ يؤكسد السليولوز فى وجود الضوء ويتسبب فى اضعاف الأوراق المصنوعة منه وخاصة فى وجود الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئى قصير الموجة كالأزرق والبنفسجى ٠٠ وقد وجد أن استبدال الهواء بغاز النيتروجين يقلل من تأثير الضوء على الكتب والمخطوطات والوثائق سواء كانت مصنوعة من مواد سليولوزية أو مواد بروتينية وذلك بنسبة ١ : ٣ ٠٠ كما وجد أن استبدال الهواء بغاز غير نشط له تأثير ملحوظ بالنسبة لثبات الصبغات اذ يزيد من مقاومتها لتأثير الضوء حوالى عشرة أضعاف ٠

وقد استفادت الهيئة القومية للمعايرة بالولايات المتحدة الأمريكية من هذه الحقائق وقامت بحفظ القماش الذى يحمل اعلان استقلال الولايات المتحدة فى جو من الهيلوم مع استخدام مرشح ضوء أصفر لزجاج خزانة العرض ٠

ولا شك أن استبعاد الهواء مفيد ، ، ولذلك يجب عرض وحفظ الكتب والمخطوطات والوثائق فى خزانات مفرغة الهواء ٠٠ ولما كان تفريغ الهواء يؤدى عادة الى نقص الرطوبة النسبية وتعريض الكتب وغيرها لأخطار الجفاف وفقدان المرونة فانه يفضل استبدال هواء الفترينات بالنيتروجين أو أحد الغازات الخاملة مثل الهليوم أو الأرجون فى خزانات عرض الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة ٠

٢ ـ تنقية الهواء : (Filteration)

ليس هناك فى الواقع وحتى الآن طريقة للتخلص نهائيا من أخطار الشوائب الجوية ٠٠ وبالرغم من ذلك فانه يمكن تنقية الهواء الداخل الى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية الى حد كبير باستخدام المرشحات الالكتروستاتيكية لترسيب المواد المعلقة فى الجو ٠٠ أما فيما يختص بالشوائب الغازية فقد أمكن التخلص جزئيا من غاز ثانى أكسيد الكبريت وغاز الأزون بامرار الهواء الداخل الى دور الكتب فى مرشحات تحتوى على فحم نباتى منشط (Activated charcoal) وفى هذا

الخصوص فقد تمكن المسئولون عن الصيانة فى الأرشيف القومى بواشنطون بالولايات المتحدة الأمريكية من استحداث طريقة أمكن بها التخلص الى حد كبير من الشوائب الغازية ٠ وهذه الطريقة تتلخص فى امرار الهواء الداخل الى اجواء دور الكتب والارشيف والوثائق التاريخية من خلال أنابيب تحتوى ماء مضافا اليه بعض المحاليل القلوية ٠٠ وثمة طريقة أخرى لتلافى أخطار الشوائب الغازية وهى حفظ الكتب والمخطوطات والوثائق فى خزانات محكمة الغلق وتجنب فتحها دون داع ، وذلك على أساس أن ما بجوانبها من شوائب غازية سوف يستهلك بتفاعله مع محتوياتها وسيظل الجو المحيط بها خاليا من هذه الشوائب الى أن يعاد فتحها ويدخل هواء جديد محمل بالشوائب الغازية اليها ٠

٣ ــ التحكم فى درجات الحرارة والرطوبة :
Temperature and Humidity Control

يتضح لنا مدى حساسية الورق للرطوبة من الاحصائية التى أجراها المتحف البريطانى والتى أثبتت أنه اذا تعرضت كمية من الورق زنتها ١٠٠٠ طن الى تغير فى كمية الرطوبة النسبية من ٥٧٪ الى ٦٣٪ عند درجة حرارة ١٦ م فانها تكتسب زيادة فى كمية الماء الحر بها تصل الى ٩٠٠٠ كيلو جرام من الماء ٠٠ ولهذا السبب لابد من الاحتفاظ دائما بكمية الرطوبة فى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية عند الدرجات المأمونة وذلك حتى يمكن تلافى الأخطار الناجمة عنها ٠

(أ) الحد الأدنى المسموح به للحرارة والرطوبة النسبية :

المواد التى تحتوى ذاتيا على نسبة من الرطوبة هى بطبيعة الحال المواد الحساسة للجفاف ومن المواد التى تتعرض للتلف من جراء الجفاف الزائد عن الحد المسموح به الورق والبردى والجلد والرق والمواد اللاصقة كالغراء والنشا وغير ذلك ٠

ولقد أثبتت التجارب الثيرة التى أجريت فى هذا المجال أن الحد الأدنى المسموح به للرطوبة النسبية هو ٥٠٪ فى حدود درجات الحرارة التى تكفل الراحة لرواد دور الكتب والأرشيف والوثائق وهى تتراوح ما بين ١٦ ، ٢٤ م ٠٠ ويمكن تهيئة الظروف المناسبة بمراعاة الاحتياطات الضرورية من حيث التهوية أو التدفئة حسب الظروف السائدة ٠

(ب) الحد الأقصى المسموح به للحرارة والرطوبة النسبية :

ان الخطر الكبير الذى يترتب على زيادة الرطوبة النسبية عن الحد

المأمون هو نمو الفطريات وغيرها من الكائنات الحيـة الدقيقة ·· فنمو الفطريات على مواد مثل الرق والجلد والورق والبردى والمواد العضوية بصفة عامة يتزايد بتزايد الرطوبة النسبية ··

بل يمـكن القول بأن نمـو الفطريات يعتبر دلالة كافية على زيادة الرطوبة النسبية عن الحد المأمون ·

ولقد أثبتت التجارب أنه يمكن ايقاف نمو الفطريات اذا ما كانت الرطوبة النسبية لا تزيد عن ٦٥٪ ·· وبذلك تكون هـذه الكمية من الرطوبة هى الحد الأقصى المسموح به فى حـدود درجات الحرارة التى تتراوح بين ١٦ ، ٢٤ م ·

ومن ناحية أخرى أثبتت التجارب أن خزانات العرض والتخزين المغلقة تكفل عدم تزايد الرطوبة عن الحد المأمون خاصة اذا وضع داخلها كمية مناسبة من المواد الماصة للرطوبة مثل السيليكاجل (Silicagel)

وأخيرا يمكن القول بأن انشاء نظام مركزى للتكييف سوف يكفل دون شك توفر الظروف المناسبة لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق الأمر الذى يحتم انشاءه مهما كانت تكلفته المادية ·

ثالثا ــ التحـكم فى كميـة الحموضـة :

من المعروف جيدا أن السليولوز وهو المادة الرئيسية المستخدمة فى صناعة الورق عبارة عن سلاسل طويلة (Long fibrous chains) تتكون من وحدات أو بالأحرى جزيئات الجلوكوز المرتبطة ببعضها البعض بواسطة روابط كيميائية (Chimical bonds) ومن المعروف كذلك أن سلاسل السليولوز هذه ويطلق عليها عادة اسم جزيئات السليولوز الكبيرة (Cellulose macro molecules) تكون عرضة للتكسر الى وحدات أصغر بفعل الأحماض والقلويات ·

ومن الثـابت الآن أن الأحماض القوية تؤدى الى تكسر أو تهتك الروابط الكيميـائية التى تربط بين جزيئـات الجلوكوز فى سلاسل السليولوز مؤدية الى اضعاف متانة ألياف السليولوز ، وهذا بدوره يؤدى الى ضياع أو فقد قوة الأوراق المصنوعة منها ··

بينما تؤدى القلويات القوية الى سهولة تأكسد السليولوز ، الأمر الذى يؤدى أيضا الى ضـياع متانة أو قوة الورق ·

ولقد أثبت بارو (W. J. Barrow) أن الاحماض الحرة تتواجد عادة بالورق اما عن طريق المواد المستخدمة فى صناعة الورق وعلى وجه الخصوص

الشب والقلفونية أو عن طريق الشوائب الغازية الحمضية الموجودة فى الجو وبالأخص غاز ثانى أكسيد الكبريت أو عن طريق الأحبار المستخدمة فى الكتابة وبالأخص أحبار الحديد ٠٠ كما أثبت أن الأحماض الحرة تعد واحدة من الأسباب الرئيسية التى تتسبب فى تلف الورق ٠

ولهذا السبب فانه يتعين مداومة قيـاس درجـة حموض الورق (P H Value) حتى لا يتأخر علاجه عن الوقت المناسب ٠٠ وتتلخص الطرق التى يمكن اتباعها لصيانة الورق وغيره من المواد التى تصنع منها الكتب والمخطوطات والوثائق فيما يلى :

١ ـ تنقية الهواء الداخل الى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق من الشوائب الغازية الحمضية باتباع الطرق السابق الاشارة اليها ٠

٢ ـ ازالة أو التخلص من حموضـة الورق سـواء باستخدام مواد ذائبة فى الماء أو باستخدام مواد ذائبة فى مذيبات عضوية ٠

وسـوف نتناول طرق ازالة الحموضـة الزائدة عند الحديث عن تطبيقات العلاج والترميم ٠

رابعا ـ تنقية الورق من المواد غير السليولوزية :

عندما يتعرض الورق وخاصـة النـوع المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصـحون (Ground Wood Paper) الى تأثير أشـعة الشمس وخاصة الأشـعة فوق البنفسجية أو الى درجة حرارة عاليـة أو لتأثير الشوائب الغازية الموجودة فى الجو ، فان لونه يتغير الى اللون البنى أو الأحمر المائلين الى الصفرة ٠٠ أو ربما يؤدى ذلك الى تكون أجسام بنية اللون تظهر على أسطح الورق على هيئة بقع ، وذلك نتيجة لبعض التغيرات الكيميائية التى تطرأ على مكونات الورق غير السليولوزية . وعلى وجه الخصوص مركب اللجنين (Lignin) ٠

وفى هذه الحالة فانه يتحتم معالجة الورق باجراء ما يعرف باسـم عمليات التبييض (Bleaching) لاعادة لونه الى ما كان عليه ٠٠ وكذلك تنقيته من اللجنين الذى يؤدى الى تكون المركبات البنية اللون التى تتسبب فى تبقع الورق ٠

وحتى يمكن تبين ما يمكن أن يسببه مركب اللجنين من تلف فلعله يكون من المفيد أن نذكر شيئا عن التركيب الكيميائى للأخشاب وهو على النحو التالى :

١ ـ **المركبات السليولوزية** : وهى تشكل من ٦٧٪ الى ٨٠٪ من مكونات الخشب ·

٢ ـ **اللجنين** : وهو يشكل من ١٧٪ الى ٣٠٪ من مكونات الخشب ·

٣ ـ **السكريات والأملاح والأصماغ والدهون والتانين** : وهى تشكل من ٣٪ الى ٨٪ من مكونات الخشب ·

وفى عـام ١٨٨٩ اكتشف العالمان الانجليزيان كروس وبيفان أن لجنين الأخشاب يمكن أن يتحد اما بالأكسدة أو بالاحلال مع الكلور مكونا مركبات تذوب اما فى كبريتات الصوديوم أو المحاليل القلوية أو الماء دون أن تتأثر بذلك مكونات الأخشاب السليولوزية ·

ورغم تطبيق هذه الطريقة فى الصناعة الا أن استخدامها فى علاج الكتب والمخطوطات والوثائق لم يلق أدنى استجابة خشية ما قد تسببه من تلف ·· وفى محاولة منى للتصدى لهذه المشكلة عندما كنت بصدد استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين فى عمليات تبييض الورق رأيت أن أبحث فى استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين للتخلص من اللجنين أو حتى للتقليل من كميته على أقل تقدير ·

ويتميز غاز ثانى أكسيد الكلورين بخاصيتين فريدتين هما :

١ ـ فاعليته كعامل مؤكسد تزيد عن فاعلية غاز الكلور بمقدار ٢٫٦٣ ضعفا ·

٢ ـ له قابلية كبيرة لاكسدة مركبات اللجنين وغيره من المواد التى تسبب تلون الورق وتحويلها الى مواد عديمة اللون تذوب فى الماء دون أن يؤثر ذلك على السليولوز ، الأمر الذى يجعل استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين فى تنقية الورق من اللجنين أمرا منطقيا بل مرغوبا فيه ·

ومن الناحية العملية فانه يمكن استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين اما على هيئة غاز واما بتمريره فى الماء واستخدام المحلول الناتج ·· ومن ناحية أخرى فانه يمكن توليد غاز ثانى أكسيد الكلورين باضافة الفورمالين الى محلول كلوريت الصوديوم ·· وفى هذه الحالة يمكن استخدامه على هيئة حمام توضع به الأوراق المراد علاجها مباشرة ·

والواقع أن لون الأوراق بعد علاجها بغاز ثانى أكسيد الكلورين يتحول الى اللون الأصفر ، وهذا يحتم تبييض الورق بعد الانتهاء من عملية العلاج ·

وعلى هذا الأساس فان عملية التنقية تتم على النحو التالى :

١ ـ أكسدة النجنين وغيره من المواد التى تسبب تلون الورق وتحويلها الى مركبات عديمة اللون يمكن ازالتها بالماء ٠

٢ ـ ازالة مركبات اللجنين وغيره من المركبات بعد عملية الأكسدة ٠

٣ ـ تبييض الأوراق المعالجة ٠

وعلى أية حال فسوف نتناول عملية تنقية الورق بالتفصيل عند الحديث عن تطبيقات العلاج والصيانة ٠

خامسا ـ مقاومة وابادة الآفات الحشرية والكائنات الحية الدقيقة :

يظهر التلف الذى ينتج عن الحشرات بسرعة وللعين المجردة ويكون التآكل شديدا متى بدأ ، بينما الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة تكون فى بدايتها بصفة خاصة غير ظاهرة وتأثيرها بطىء ولو أنها بمرور الزمن تتسبب فى تلف غير قليل ٠

ونجد أن المواد البروتينية كالجلد والرق تكون أكثر عرضة للاصابة بالحشرات بينما المواد السليولوزية كالبردى والرق تكون أكثر عرضة للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠

والحشرات التى تصيب المواد البروتينية تتغذى عليها بينما تتسبب الكائنات الحية الدقيقة فى تكسير الألياف السليولوزية بفعل الأنزيمات التى تفرزها لتصبح صالحة كغذاء لها ٠٠

وتوجد بعض الحشرات التى لا تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق ذاتها ولكنها تصيب المواد الثانوية التى بها كالمواد اللاصقة من نشا وغراء وغير ذلك أو تتغذى على مواد مجاورة لها ٠

وتوجد عدة وسائل لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار الآفات الحشرية والكائنات الحية الدقيقة نلخصها فيما يأتى :

١ ـ تنظيم الرطوبة : (Humidity Control)

يمكن تجنب الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة وخاصة الفطريات بالتحكم فى درجة الرطوبة النسبية والحرارة ٠٠ ولقد أثبتت التجارب أنه يمكن تجنب الاصابة بالفطريات بالاحتفاظ بالرطوبة النسبية عند درجة أقل من ٦٨٪ والاحتفاظ بدرجة الحرارة فيما بين ١٢ ، ٢٥ درجة

مئوية ٠٠ ويمكن أن يتم ذلك بوضع كمية مناسبة من السيليكاجل (Silica gel) في خزانات العرض ٠٠ وقد دلت بعض التجارب أنه يمكن الاحتفاظ بدرجة الرطوبة عند حوالى ٥٥٪ اذا وضعت السيليكاجل في الخزانات بمعدل ٣ كيلو جرام لكل متر مكعب ٠

٢ ـ التبخير : (Fumigation)

وذلك بوضع الكتب والمخطوطات والوثائق في خزانات تبخير محكمة الغلق وتعريضها لتأثير غازات قاتلة للحشرات مثل غاز سيانيد الهيدروجين أو ثانى كبريتيد الكربون أو غاز بروميد الميثيل ٠

٣ ـ العلاج بالمبيدات الحشرية : ومن أهمها :

ـــ الشل توكس (Shelltox) وهو سائل يبيد مجموعة كبيرة من الحشرات ويحتوى على ٥ر٠٪ من الداى الدرين (Dieldrin) وبعض المبيدات الأخرى من مذيب عضوى ٠

ـــ ال د٠ د٠ ت (D.D.T.) ٠

ـــ الميستوكس (Mystox LSE) ٠

٤ ـ العلاج بمواد مبيدة للفطريات وغيرها من الكائنات الدقيقة :

ومن أهمها المبيدات الآتية :

ـــ البريفنتول (Preventol) ٠

ـــ الميثتوكس (Mystox LPL) ٠

ـــ الأورثوفينيل فينول (Orthophenyl Phenol) وهو قاتل للبكتريا وجذور الفطريات (Fungal Spores) والعفن السطحى (Surface Mildew) ٠

٥ ـ اجراءات وقائية : (Protective Measures)

تؤدى المبيدات والتبخير الى ابادة الحشرات والكائنات الحية الدقيقة ولكنها لا تكفل مناعة للكتب والمخطوطات والوثائق ضد أية اصابات قد تتعرض لها في المستقبل ٠٠ ولذلك فإنه يصبح من الضرورى اتخاذ اجراءات أخرى لوقايتها من الاصابات التى تكون عرضة لها ٠٠ وتشمل هذه الاجراءات أو الاحتياطات ما يلى :

(أ) وسائل طبيعية مانعة للاصابة : (Physical Barriers)

وتشمل هذه الوسائل وضع الكتب والمخطوطات والوثائق فى خزانات محكمة الغلق أو وضعها داخل أكياس من النايلون أو البولى ـ اثيلين اذ ان بعض أطوار الحشرات الحديثة الفقس يمكن أن تمر الى داخل المكان الذى تحفظ فيه الكتب والمخطوطات والوثائق من فتحة لا يتعدى قطرها ١ر٠ مم ٠

ولما كانت ثمة احتمالات لتكثف الرطوبة داخل الأكياس اذا هبطت درجة الحرارة ، وبذلك تكون الظروف ملائمة لنمو الفطريات والبكتريا لتوفر الرطوبة وعدم تجدد الهواء ٠٠ لذلك فانه يجب أن تكون كل الكتب والمخطوطات والوثائق التى تحفظ داخل الأكياس خالية تماما من أية اصابة ومعقمة تعقيما كاملا ومؤكدا ٠

(ب) وضع مواد واقية من الاصابة :

ومن أهم هذه المواد مخلوط من البارادای كلوروبنزين (البارادكس) والنفثالين اذ ان أبخرتهما التى تتسامى فى درجة الحرارة العادية تقتل اليرقات والبيض ٠

وسوف نتناول طرق مقاومة وابادة الحشرات والكائنات الحية الدقيقة بالتفصيل فى الباب الثالث من هذا الكتاب ٠

سادسا : تأمين الكتب والمخطوطات والوثائق من الكوارث :

ليس هناك من وسيلة لتأمين الكتب والمخطوطات والوثائق من الكوارث سوى اقامة نظام حديث للانذار والاطفاء الآلى ٠٠ وتوجد الآن الكثير من الشركات المتخصصة فى تصنيع أجهزة الاطفاء والانذار ويجب الالتجاء اليها للاستفادة من خبراتها فى هذا المجال ٠

الباب الثانى

طرق فحص
الكتب والمخطوطـات والوثائق التاريخية

الفصل الأول

طرق فحص الورق والبردى

مقدمة :

يتكون الورق بصفة أساسية من الياف السليولوز ٠٠ وحسبما يرى كروس وبيفان فان السليولوز يقاوم الى حد كبير تأثير غاز الأكسيجين وغيره من العوامل المؤكسدة ٠٠ وهذه الخاصية هى التى أهلته ليقوم بدوره فى التطور الحضارى للبشرية حيث استخدم كمادة للكتابة عليها وكحوامل لأعمال الفن ٠٠ ونجد أن كروس وبيفان قد أوضحا الفروق الهامة بين أنواع الورق المصنوع من سليولوز القطن ، وهى الأنواع التى تتميز بمقاومتها الكبيرة لعوامل التلف ، وبين أنواع الورق الأخرى المصنوعة من الخشب المصحون (Ground Wood Paper) ونباتات الحلفا والحشائش وغيرها من النباتات ، وهى الأنواع التى تحتوى بالاضافة الى السليولوز مواد أخرى أهمها اللجنين والتانينات والسكر والنشا ٠٠ ومن ثم نجد أنها ذات قابلية كبيرة للتلف ٠٠ وعلى ذلك نجد أن المتخصصين فى صناعة الورق قد عنوا بازالة هذه المركبات غير السليولوزية بغرض الحصول على أنواع من الورق أكثر ثباتا وأكثر مقاومة للتلف ٠

وعلى هذا الأساس يمكن القول بأن أفضل أنواع الورق وأكثرها ملائمة للوثائق التاريخية وأعمال الفن هى تلك الأنواع المصنوعة من الخرق البالية أى المصنوعة من سليولوز القطن ٠

ومن ناحية أخرى نجد أن القلفونية والغراء والنشا ، وهى المواد الرابطة التى تستخدم فى عمليات صقل الورق ، وكذلك المواد المالئة

كالطفل وبودرة التلك التى تضاف الى المواد الخام بغرض اكساب الورق نوعا من العتامة ونعومة الملمس تضعف هى الأخرى من مقاومة الورق لعوامل التلف ٠

ومن كل هذا يمكن القول بان نجاح عمليات العلاج والصيانة يرتبط ويتوقف على مدى استطاعتنا معرفة وتحديد المواد الداخلة فى تركيب الورق ٠٠ الأمر الذى يتطلب الالمام بمصادر المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق عبر العصور وكذلك الالمام بطرق فحص الورق ٠

مصادر المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق :

أجمعت الآراء على أن المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق عبر العصور المختلفة يمكن تقسيمها الى مجموعات حسب مصادرها وذلك على النحو الآتى :

(أ) مجموعة الحشائش :

وتشمل نبات الاسبارتو (Esparto) الذى ينمو فى اسبانيا وشمال افريقيا . ونبات الخيزران أو الغاب الهندى والقش والتبن وغير ذلك من النباتات المماثلة ٠٠ وقد كانت هذه الأنواع من الحشائش تستخدم وحدها فى الماضى ٠٠ أما فى الوقت الحاضر فيضاف اليها فيماعدا الخيزران نسبة من ألياف القطن القوية أو من لب الخشب ٠٠ ولقد كانت هذه الأنواع تستخدم فى العصر المسيحى المبكر كمصدر رئيسى لصناعة الورق المعروف باسم الورق الصينى وغيره من أنواع الورق الأخرى التى كانت معروفة قديما فى البلدان الشرقية ٠٠ ويعتقد أن هذه الحشائش كانت أقدم مصادر المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق ٠

٢ ـ مجموعة الألياف :

وتشمل القطن والكتان والقنب وأوراق شجر التوت ٠٠ ولو أن أجود أنواع الورق هى التى تصنع من ألياف الكتان الا أن انتاجه المحدود لا يكفل استخدامه كمصدر رئيسى فى صناعة الورق ٠٠ ونجد أن الصين واليابان قد اعتمدت منذ أقدم الأزمنة على ورق أشجار التوت فى صناعة الورق ٠

٣ ـ مجموعة لب الخشب :

يوجد نوعان متميزان من لب الخشب : **النوع الأول : هو لب الخشب المصنوع بطريقة صحن الخشب ميكانيكيا ثم نقعه ، أما النوع**

الثانى : فهو لب الخشب المحضر بالطرق الكيميائية ونجد أن الورق المصنوع من لب الخشب المحضر بالطريقة الأولى يظل محويا على المركبات غير السليولوزية كاللجنين والتانينات ولذلك نجده فريسة سهلة لعوامل التلف ، بينما نجد أن الورق المصنوع من لب الخشب المحضر بالطرق الكيميائية قد تخلص من نسبة كبيرة من هذه المركبات غير السليولوزية ٠٠ ولهذا نجده أكثر من النوع الأول مقدرة على مقاومة عوامل التلف ٠

ولقد استخدم لب الخشب فى صناعة الورق على نطاق تجارى منذ ما يزيد على السبعين عاما وقد أصبح الآن المصدر الرئيسى لصناعته ٠

٤ ــ مجموعة الخرق البالية :

أنتجت أفخر أنواع الورق وأكثرها مقدرة على مقاومة عوامل التلف من الخرق البالية على اختلاف أنواعها ٠٠ وقد اشتهرت بلدان الشرق منذ أقدم الأزمنة بانتاج هذا النوع من الورق الذى كان يصنع بطريقة يدوية ٠

طـرق فحص الورق

أولا ــ طرق التعرف على نوعية الألياف المستخدمة فى صناعة الورق :

يمكن الاستدلال على وجود ألياف الخشب غير المنقى باضافة نقطة واحدة من عدة محاليل كيميائية على الورق مباشرة ٠٠ ومن الضرورى جدا فى هذه الحالة اختيار مكان غير ظاهر بعيدا عن الكتابات والتأكد من أن المحاليل الكيميائية المستخدمة فى عمليات التعرف لا تتسبب فى أحداث تلف بالأوراق التى يجرى فحصها ٠٠ وكقاعدة عامة يجب تجنب استخدام محاليل الأحماض المعدنية ، والمحاليل الكيميائية التى تستخدم عادة لهذا الغرض هى :

١ ــ محـلول الفلوروجلوسين : (Phloroglucin)

يحضر محلول الفلوروجلوسين باذابة جرام واحد من الفلوروجلوسين فى مزيج يتكون من ٢٥ ملليمترا من كل من الماء وحمض الهيدروكلوريك المركز ٠٠ ويحفظ محلول الفلوروجلوسين فى زجاجات بنية اللون وبعيدا عن الضوء ٠

وباضافة نقطة واحدة من هذا المحلول على ورق يحتوى على نسبة صغيرة من ألياف الخشب غير المنقى يصطبغ الورق على الفور ببقعة قرمزية اللون ٠٠ أما فى حالة احتواء الورق على ألياف الخشب غير المنقى بنسبة ٥٪ أو أكثر فان الورق يتلون ببقعة ذات لون أحمر غامق ٠

ونجدر الاشارة الى أن هذه الطريقة لا يصح استخدامها فى حالة الاوراق الملونة أو المصبوغة وذلك على أساس أن حمض الهيدروكلوريك الموجود فى محلول الفلوروجلوسين يتسبب عادة فى تغير لون الورق الى اللون الأحمر ٠

٢ ـ **محلول كبريتات الأنيلين :** **(Aniline Sulphate)**

ويحضر باذابة ٥ جم من كبريتات الأنيلين فى ٥٠ سم٣ من الماء المضاف اليه نقطة واحدة من حمض الكبريتيك المركز ٠

وباضافة نقطة واحدة من هذا المحلول الى الورق المحتوى على ألياف من الخشب غير المنقى فان المكان المعالج يصطبغ ببقعة صفراء اللون ٠

٣ ـ **محلول البارانيتروانيلين :** **(Paranitrol aniline)**

ويحضر باذابة ٥ جم من كبريتات الأنيلين فى ٥٠ سم٣ من الماء المركز ٠٠ وباضافة نقطة واحدة من هذا المحلول الى الورق الذى يحتوى على ألياف من الخشب غير المنقى تظهر على الفور بقعة صفراء اللون ٠

وبالاضافة الى المحاليل الكيميائية السابق ذكرها توجد بعض التركيبات الكيميائية التى يمكن بواسطتها التفرقة بين لب الخشب المنقى وغير المنقى كما يمكن بواسطتها تمييز معظم عجائن الورق التى لم يجر لها عمليات تبييض **(Bleaching)** وبيانها كالآتى :

(أ) محلول مركز من كلوريد الماغنسيوم	٢ جزء
محلول مركز من كلوريد الكالسيوم	٢ جزء
محلول مركز من كلوريد الزنك	٢ جزء
ماء	٦ أجزاء
١٪ محلول يوديد البوتاسيوم المشبع باليود	٧ أجزاء

ويراعى مزج مركبات الكلوريد أولا وبعد ذلك يضاف اليها الماء وأخيرا يضاف محلول اليود ٠٠ ويحفظ المحلول الرائق بعد أن يضاف اليه قليل من اليود فى زجاجة معتمة غامقة اللون حتى لا يفقد المحلول مقدرته على تلوين الألياف ٠٠ ويمكن التصرف فى نسب مزج المكونات المختلفة بغرض الحصول على أقصى تباين فى لون البقع الناشئة عن تفاعل مكونات المحلول مع ألياف العجائن المختلفة المراد فحصها ٠٠ كما يمكن استبدال محلول كلوريد الماغنسيوم بمحلول من كلوريد الألومنيوم ٠

وتجدر الاشارة الى أن البقع الناشئة عن التفاعل يمكن أن تحتفظ بخصائصها مدة طويلة من الزمن قد تصل الى عدة أسابيع أو شهورا اذا ما عزلت عن تأثير الهواء والضوء ٠

ونجد أن محلول كلوريد الزنك يتفاعل مع الألياف بحيث يظهر عليها لون أزرق ٠٠ أما كلوريد الكالسيوم فينتج عنه لونا أزرقا واضحا فى حالة العجائن المصنوعة بالطرق القلوية ، على الرغم من كونه يعطى معظم الألياف لونا أحمرا كما يفعل كلوريد الماغنسيوم وكلوريد الألومنيوم ٠

وكما قلت كمية الماء المستخدم كلما أمكن الحصول على تباين أكثر فى لون البقع الناتجة ٠٠ والواقع أن هذا التركيب يعطى أفضل النتائج عندما يراد التفرقة بين عجائن الورق المصنوعة من الخرق وبين عجائن الورق المصنوعة من الخشب المصحون أو الخشب المعالج بالطرق الكيميائية ٠

(ب) محلول مركز من كلوريد الكالسيوم	٥	أجزاء
مـــاء	١٠	أجزاء
٢٪ محلول يوديد البوتاسيوم المشبع باليود	٤	أجزاء
(جـ) محلول مركز من كلوريد الكالسيوم	٤	أجزاء
مـــاء	٧	أجزاء
١٪ محلول يوديد البوتاسيوم المشبع باليود	٥	أجزاء

ويلاحظ اذا ما نظرنا الى التركيبتين الكيميائيتين (ب) ، (جـ) أن نسبة محلول يوديد البوتاسيوم واليود والماء لها أهمية كبرى حيث يترتب عليها تغيرات أساسية فى نوعية ألوان البقع الناشئة ٠٠ كما أن تأثير مدى ذوبان اليود فى بعض محاليل الكلوريدات لا يقل أهمية عن تأثير الكلوريد ذاته ٠٠ ولهذا يجب اختبار تأثير هذه التركيبات الكيميائية على عينات مأخوذة من أوراق قليلة الأهمية ٠

والواقع أن فحص الورق باستخدام التركيبات الكيميائية سالفة الذكر يتطلب خبرة كبيرة بالخصائص الميكروسكوبية للبقع الناتجة عن تفاعل هذه التركيبات مع ألياف الورق والمواد الداخلة فى تركيبه ٠٠ ويلزم مقارنة الأطياف أو الألوان الناتجة بالجداول القياسية للحصول على أفضل النتـــائج ٠

ولما كان الأمر كذلك ، فلعله يكون من المفيد أن نورد فى هذا الصدد

كيفيـــة اعـداد الشرائح الميكروسـكوبية والظروف المنـــاسبة للفحص الميكروسكوبى ٠٠ وهى على النحو التالى :

تضاف المحاليل الكيميائية الكاشفة الى عدد من ألياف الورق المراد فحصه بعد وضعها على شرائح ميكروسكوبية ٠٠ وسوف يتم التفاعل بينهما فى دقائق معدودة ٠٠ وعندما تصطبغ ألياف الورق بالبقع اللونية الناتجة عن التفاعل تبدأ عملية الفحص الميكروسكوبى باستخدام ضوء قوى يمرر من خلال مرشحات زرقاء ٠٠ وفى هذه الحالة يمكن اتباع أسلوب الضوء النافذ أو الضوء المنعكس ٠٠ ويفضل وضع الشريحة الميكروسكوبية على حامل ابيض اللون ٠٠ ومن العـوامل التى تكفل اتمـام عمليـة الفحص الميكروسكوبى على الوجه الاكمل كون البقع اللونية تظـل ظاهرة لعـدة ســاعات من بدء التفـاعل بين المحاليل الكيميـائية الكاشفة وبين أليـاف الورق٠٠ونجد أن الضوء يتفاعل مع البقع بحيث تبدو تحت المكيروسكوب بألوان مختلفة تبعا لنوعية الألياف المستخدمة فى صناعة الورق وذلك على النحو الموضح فيما يلى :

أحمـــر	: ألياف قطن أو قنب مبيض أو ورق شجر التوت ٠
قرمزى مائل الى البرتقالى	: ألياف منقاة أو مبيضـة أو ألياف تحتـــوى عـلى لب الـكبريتيت (Sulphite Pulp)
لافاندر شاحب جـــدا	: ألياف مبيضة (Bleached) أو ألياف من لب الكبريتيت ٠
أحمر بنفسجى شاحب	: ألياف منقاة أو مبيضة أو ألياف من لب الـكبريتيت أو أليـــاف مأخوذة من خشب صلد أو ألياف من نبات الاسبارتو المبيض ٠
أحمر بنفسجى غامق	: ألياف منقاة أو مبيضة أو من لب الكبريتات ٠ (Sulphate Pulp)
أزرق بنفسجى	: ألياف مبيضة أو من لب الكبريتات
أزرق رمادى	: ألياف من لب الصودا Soda pulp المبيض أو غير المبيض أو أليـاف من لب الاسبارتو المبيض ٠

أزرق	: ألياف مبيضة من لب نبات الحلفا أو ألياف مبيضة من لب الخيزران (الغـاب الهنـدى) ٠
أصفر غامق	: أليـاف من لب الخشب المسحون غير المنقى أو أليـاف من الجوت الغير منقى أو أية ألياف تحتـوى على اللجنين ٠
الألوان الصفراء بدرجاتها المختلفة	: لب كبريتيت غير مبيض ٠

ومن هذا يتضح لنا أن ألياف الورق التى تحتوى على نسبة عالية من الألفا سليولوز Alpha Cellulose مثل ألياف القطن والكتان والألياف المصنوعة من لب الورق المنقى وهى بطبيعتها أكثر أنواع الألياف مقاومة لعوامل التلف ـ تتفاعل مع المركبات الكيميائية الكاشفة السابق ذكرها بحيث تبدو البقع اللونية الناتجة عن التفاعل تحت الميكروسكوب حمراء أو محمرة اللون ٠٠ أما الألياف التى تتفاعل مع هذه المحاليل بحيث تظهر البقع الناتجة عن التفاعل تحت الميكروسكوب مزرقة اللون فانها بطبيعتها أقل درجـة فى مقاومتها لعوامل التلف ٠٠ وفى نفس الوقت نجـد أن الألياف التى تظهر نواتج تفاعلاتها مع المحاليل الكيميائية الكاشفة تحت الميكروسكوب صفراء اللون أقل أنواع الألياف مقاومة للتلف ٠

ويهمنى أن أنوه فى هذا الصدد الى أن الأوراق المصنوعة من ألياف غير منقاه تتميز بسرعة التلف لاحتوائها على مركبات غير سليولوزية بينما تتميز الأوراق التى تحتوى على نسبة كبيرة من الألفا سليولوز بمقاومتها الكبيرة لعوامل التلف وبقابليتها للبقاء ٠

التعرف على نوعيـة ألياف الورق باستخدام اليود

الذائب فى محـلول يوديد البـوتاسيوم :

لما كانت جميع المحاليل الكيميـائية الكاشفة التى سبقت الاشارة اليها تحتوى على أحماض الكبريتيك والهيدروكلوريك وأملاح الكلوريدات وهى بلا شـك مواد لها خطـورتها ، فلقد كان من الضرورى البحث عن تركيبات كيميائية أخرى تعطى النتائج المطلوبة ولا تضر بالأوراق المراد فحص أليافها ٠٠ ولقد ثبت بالتجربة أن اليود الذائب فى محلول يوديد البـوتاسيوم بتركيز كبـير يعطى بقعـا لونية مميزة مع أغلب الأليـاف المستخدمة بصفة رئيسية فى صناعة الورق ٠

ويحضر محلول اليود المطلوب باذابة عشرة جرامات من يوديد البوتاسيوم فى خمسة ملليمترات من الماء ثم يضاف الى المحلول الناتج عشرة جرامات من اليود ·· وباضافة نقطة واحدة من المحلول الناتج الى الورق المراد فحصه البالية تتكون عن الفور بقعة ذات لون بنى غامق · ولكنها بعد ان تغسل بماء مقطر ثلاثة مرات متتالية يمكن تمييز اللون الناتج عن التفاعل بين مكونات المحلول وألياف الورق ·· يحدد نوع الألياف المستخدمة فى صناعة الورق الذى يجرى فحصه طبقا للون الناتج عن التفاعل وذلك على النحو التالى :

- الألياف المصنوعة من الخرق البالية
  تعطى اللون الأحمر بدرجاته ··
- الألياف المصنوعة من لب الصودا
  تعطى اللون الأزرق ··
- الألياف المصنوعة من لب الكبريتيت
  تعطى اللون البنفسجى ··
- الألياف المصنوعة من لب الخشب المصحون
  تعطى اللون الأصفر ··
- الألياف المصنوعة من لب الخشب الكيميائى غير المبيض ·
  تعطى اللون البنى بدرجاته ··

ونجد أن نوعية البقع اللونية الناتجة عن التفاعل تتشابه مع تلك التى تنتج عن التفاعل مع المحاليل الكيميائية الكاشفة التى تحتوى على الكلوريدات واليود ولكنها تزول فى وقت أقل ·

ولا يفوتنى أن أنوه الى أن طبيعـة التفـاعل الذى يتم بين مكونات محلول اليود وألياف الورق تحتاج الى مزيد من الدراسة كما أن نوعية البقع الناتجة عن التفاعل تحتاج هى الأخرى الى مزيد من الفحص والتجربة حتى يمكن الوصول الى نتائج نهائية ثابتة تساعد فى النهاية على عملية التعرف على الألياف الموجودة فى الأنواع العديدة والمتباينة من الورق التى قد يطلب الينا فحصها خاصة وأن صناعة الورق فى الأزمنة القديمة كانت تتم دون مواصفات محددة ·

ثانيا ـ طرق التعرف على المواد الرابطة والمواد المالئة :
(Sizing and Loading Substances

المواد الرابطة والمواد المالئة لا تؤثر بدرجة كبيرة على مقاومة الورق

لعوامل التلف ما لم توجد به بكمية كبيرة ٠٠ وسوف تقتصر هنا على طرق التعرف على المواد الرابطة والمالئة التى ثبت استخدامها فى صناعة الورق منذ أقدم الأزمنة ويمكن تلخيصها على النحو التالى :

(أ) التعرف على المواد المالئة : Filling or Loading Subsances

يمكن التعرف على المواد المالئة سواء كانت من الطفل أو غيره من المركبات المعدنيـة بالفحص الميكروسكوبى ٠٠ وحتى تظهر حبيبات هـذه المواد واضحة تحت الميكروسكوب فانه من الضرورى معالجة عينة الورق المراد فحصه بمحلول من حمض الخليك القوى أو بمزيج من الجلسرين وحمض الكبريتيك والماء ٠٠ واذا كان من المرغوب فيه تحديد كمية المواد المعدنية المالئة المستخدمة فى صناعة الورق فيجب أن تحرق عينة موزونة من الورق المراد فحصه فى بوتقة من المعدن أو الصينى عند درجة ١٠٥٠ م ثم يوزن بعد ذلك الرماد المتخلف عن عملية الحرق ٠٠ وبهذا يمكن تقدير كمية المواد المالئة المستخدمة ٠

(ب) التعرف على المواد الرابطة : Sizing materials)

١ ـ النشـــا : (Starch)

يمكن التعرف على النشـا الذى استخدم كمادة رابطة فى صـناعة الورق منذ أقدم الأزمنة وذلك باضافة نقطة من محلول مخفف من اليود الذائب فى يوديد البوتاسيوم الى العينة المراد فحصها ٠٠ وان ظهور لون أزرق أو لون أزرق مائل الى الأحمر يدل على وجود النشا ٠

وفى الحالات التى يمكن فيها أخذ عينة من الورق المراد فحصه يمكن اتباع الطريقة الآتية :

لما كان النشا لا يذوب فى الماء البارد ولكنه يذوب عندما يضاف اليه ماء مغلى ٠٠ لذلك توضع العينة المأخوذة من الورق فى دورق به ماء مغلى وترج جيدا ثم يرشح المحلول الناتج ويستخدم فى عمليات التعرف على وجود النشا وذلك على النحو التالى :

اختبـار اليـود :

باضافة محلول اليود الى محلول النشا يتكون لون بنفسجى يزول بالتسخين ولكنه يعود ثانية بالتبريد ٠

التحلل المـائى :

عندما يغلى محلول النشا مع حمض الهيدروكلوريك لعدة دقائق فان النشا يتحلل الى الجلوكوز ٠٠ وللكشف عن الجلوكوز الناتج عن تحلل النشا يعادل المحلول بعد تبريده باضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم يضـاف محلول فيلنج ٠٠ وفى حالة وجـود الجلوكوز يتكون راسب أحمر من أكسيد النحاسوز ٠

٢ ـ القلفونيـه : (Rosin)

يمكن التعرف على وجود القلفونية بأكثر من طريقة نوجزها عـلى النحو التالى : ـ

ـ تؤخذ قطعة صغيرة من الورق المـراد فحصة وتغلى مـع حمض أنهدريت الخليك (Acetic anhydrite) لمدة خمس دقائق ثم يترك المحلول ليبرد وبعدها يضاف الى المحلول الناتج وبحذر شديد كمية قليلة من حمض الكبريتيك المركز ٠٠ وفى حالة القلفونية تتكون حلقة عائمة قرمزية اللون تهرب بسرعة عند رج **المحلول (أو)**

ـ توضع نقطة من الاثير على مساحة صغيرة من الورق المراد فحصة وتترك لتتبخر ٠٠ وفى حالة وجود القلفونية تتكون حلقة منها **أى من القلفونية حول الحدود الخارجية لنقطة الاثير (أو)**

ـ تؤخذ قطعة صغيرة من الورق المـراد فحصـة وتغلى مع حمض خليك ثلجى (Glacial acetic acid) أو مع كحول يحتوى على كمية صغيرة جدا من حمض الخليك ثم يصب المحلول الناتج فى ماء مقطر بارد ٠٠ وفى وجود القلفونية تتكون على الفـور **عكارة واضحة (أو)**

ـ توضع نقطة من حمض الكبريتيك المركز على مسـاحة صغيرة جدا من الورق المراد فحصة ثم يضاف اليها بللورة من السكر ٠٠ وفى حالة وجود القلفونية يتكون على الفور لون أحمر مائل **قليلا الى الأصفر ٠**

ويجب الاشارة الى أن الطريقة الأخـيرة قد لا تصلح للكشف عن القلفونية فى حالة احتواء الورق على مواد زلالية أو اذا كان مصنوعا من الخشب المطحون (Ground Wood) لأنهما يعطيان نفس النتيجة ٠

وقد ادخلت على هذه الطريقة بعض التعديلات للحصول على نتائج أفضل عند فحص الورق الذى قد يكون النشا مستخدما فيه كمادة رابطة بجانب القلفونية ٠٠ وذلك على أساس أنه تنتج عن وجود النشا بقعة بنية اللون تطمس اللون الأحمر الذى يستدل به على وجـود القلفونية وتتلخص التعديلات التى أدخلت على هذه الطريقة فيما يأتى : ـ

يحضر مزيج من حمض الخليك الثلجى ومحلول سكر مركز بنسبة ١ : ١ ثم توضع نقطة من هذا المزيج على مساحة صغيرة جدا من الورق المراد فحصة وتترك لتجف ثم يضاف اليها بعد الجفاف نقطة من حمض الكبريتيك المركز فتتكون بقعة من اللون الأحمر المائل قليلا الى الأصفر تتفاوت فى شدتها حسب نسبة وجود القلفونية بالورق (أو)

يحضر مزيج يتكون من ثلاثة أجـزاء من حمض الكبريتيك المركز وجزأين من الجلسرين وجزء من الماء ٠٠ ثم توضع نقطة من هذا المزيج على مساحة صغيرة من الورق المراد فحصة ٠٠ يلى ذلك اضـافة نقطـة من محلول مركز من السكر ثم نقطـة من حمض الكبريتيك المركز فيتكون اللون الأحمر الذى يستدل به على وجود القلفونية ٠

ولا يفوتنى أن أشير فى هذا الصدد الى أن القلفونية من المواد التى تزيد من قابلية الورق للتلف حتى ولو كان وجودها بنسبة صغيرة ٠

٣ ـ الغراء والكازيين : ـ (Glue and Casein)

استعمل الغراء والكازين ، وهما من المواد البروتينية منذ أقـدم الأزمنة كمواد رابطة فى صناعة الورق ولانتاج الأنواع الجيدة منه ٠٠ ويمكن التعرف على وجود الغراء والكازين وغيرهما من المواد البروتينية بأكثر من طريقة هى : ـ

- يحضر محلول من موليبـدات الأمونيـوم وذلك باذابة ثـلاث جرامات من موليبدات الأمونيوم فى ٢٥٠ سم٣ من الماء المقطر ثم يضاف ٢٥ سم٣ من حمض النيتريك النقى المخفف بالمـاء بنسبة ٢ : ٣ ثم تؤخذ نقطـة من هـذا المحلول وتوضـع على مساحة صغيرة من الورق المراد فحصة فيتكون راسب أبيض فى حالة وجود الغراء ٠

ولما كان هذا المحلول يتلف مع الوقت فيجب أن يستخدم فى هذه التجربة محلول محضر حديثا (أو)

- تؤخذ عينة صغيرة من الورق المراد فحصة (حوالى نصف جرام) وتغلى مع ١٠ سم٣ من محلول ١٪ من الصودا الكاوية ثم يرشح المحلول الناتج ويبرد ثم يعادل تماما بحمض الهيدروكلوريك ٠٠ وأخيرا يضـاف اليـه محلول موليبدات الأمونيوم الذى يحضر بالطريقة السابق الاشارة اليها بنسبة ٢ : ١ فيتكون راسـب أبيض فى حالة وجود الغراء أو غيره من المواد البروتينية (أو)

- للتعرف على وجود الكازين تؤخذ عينة صغيرة من الورق وتغلى مع ١٠ سم٣ من محلول ١٪ من الصـودا الكاوية ثم يرشـح المحلول الناتج ويبرد ثم يعادل تماما بحمض النيتريك ثم يسخن مع مستكشف ميللون (Millon's reagent) فيتكون لون أحمر فى حالة وجود الكازين ٠

ويحضر مستكشف ميللون باذابة ٢ جم من الزئبق النقى فى ٤٠ جم من حمض النيتريك النقى ويخفف المحلول الناتج باضافة ١٨٠ سم٣ من الماء المقطر (أو)

- يسخن قليل من الورق المراد فحصة مع الماء ثم يرشح المحلول الناتج ويترك ليبرد ٠٠ وأخـيرا يصب فى محلول من التانين (Tannin) فيتكون راسب متخثر كبير الحجم فى وجود الغراء أو ما يشابهة من مواد بروتينية (أو)

- تنقع عينـة صغيرة من الورق فى محلول بارد من كبريتـات النحـاس نسبة تركيزة ٢٪ ثم ترفع عينـة الورق من محلول كبريتات النحاس وتشطف بالماء وتجفف ثم يضاف اليها نقطة من محلول مائى من الصودا الكاوية نسبة تركيزة ٥٪ فيتكون لـون بنفسجى فى حالة وجـود الغـــراء أو غـيره من المـــواد البروتينية ٠

ولعلة من المفيد أن نشير هنا الى أن الغراء ولو أنه يتسبب عادة فى اصـابة الورق بالفطريات وغيرها من الكائنات الحيـة الدقيقة الا أنه لا يتسبب فى حد ذاته فى اتلاف الورق ولا يقلل من مقاومته لعوامل التلف الفيزيو ــ كيميائية ٠

ثالثا : طرق التعرف على مواد الكتابة (الأحبار)

لقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا المجال أنه يمكن بالفحص الكيميائى التعرف ليس فقط على الأنواع المختلفـة من الأحبـار التى

استخدمت فى الكتابة بل يمكن أيضـــا معرفة العمر النسبى لها أو على الأقل معرفة الأقدم والأحدث من هذه الكتابات ٠

والمحاليل الكيميائية التى استخدمت بنجاح فى عملية التعرف على مواد الكتابة التى شاع استخدامها فى الأزمنة القديمة هى : ـ

١ ـ محلول من حمض الهيدروكلوريك المخفف نسبته ٥٪ ٠

٢ ـ محلول من حمض الأوكساليك المخفف نسبته ٥٪

٣ ـ محلول من كلوريد القصديروز نسبته ٥٪

٤ ـ غاز الهيدروجين النشط المتولد باضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف بنسبة ٥٠٪ الى الزنك ٠

٥ ـ محلول مخفف من البرومين ٠

٦ ـ محلول مركز من هيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم ٠

٧ ـ محلول من كلوريد التيتانيوم التجارى ٠

٨ ـ محلول نسبة تركيزه ٥٪ من حديدو سيانيـد البوتاسيوم مضافا اليه حمض الهيدروكلوريك بنسبة ١٪ ٠

ويجب اضافة المحاليل الكيميائية الكاشفة الى مواد الكتابة المـراد فحصها بواسطة ماصه مسحوب طرفها على شكل أنبوبة شـــعرية ٠٠ كما يجب فحص الكتابة بعد معالجتها بالمحاليك الكاشفة بالميكروسكوب فى كل من الضوء النافذ والضوء المنعكس مرة بعد بداية التفاعل بخمس دقائق ومرة أخرى بعد تعريضها للضوء لمدة أثنتى عشر ساعة ٠٠ ومن الضرورى أيضا فحص بقع الألـوان التى تظهر على السـطح الخلفى من الورق المراد فحص مواد الكتـــابة به ٠٠ وفى حالة استخدام محلول كلوريد التيتانيوم ينصح بازالة الكميـــة الزائدة منه بعد مرور خمس دقائق من اضافته وذلك باستخدام قطعة صغيرة من ورق النشاف ٠٠ وكقاعدة عامة يمكن القول بأن المواد المستخدمة فى تلوين الأحبار تقاوم تأثير المحاليل الكيميائية الكاشفة السابق الاشارة اليها أكثر من مـادة الأحبار ذاتها بينما نجد أنها أقل مقاومة لتأثير الهواء والضوء ٠

وبالاضافة الى ما تقدم فانه يمكن التعرف على وجود مركبات الكروم التى توجد فى بعض الأنواع من مواد الكتابة باتباع الاختبـار المعروف باسم اختبار فان اك (Van Eck's test) والذى يستخدم فيه كل من مادة الألفا نفتايل أمين (Alpha — naphthyl amine) وحمض الطرطريك

(Tartaric acid) وذلك بعد ازالة المواد الملونة للأحبار عن طريق استخدام مادة مؤكسدة مثل هيبوكلوريت الصوديوم ..

ويستدل على وجود مركب الكروم (Chromates) بظهور لون أزرق .. وبالاضافة الى ذلك فانه يمكن التعرف على وجود مركبات الكروم باستخدام مادة البنزيدين (Benzidine) التى تعطى أيضا لونا أزرق مع مركبات الكروم .

وفيما يختص بحبر الكربون الذى استخدم بكثرة فى الأزمنة القديمة فليست هناك حاجة لاستعمال أية محاليل كيميائية كاشفة .. ويكفى للتعرف على وجود حبر الكربون استخدام طرق الفحص الميكروسكوبى .

وسوف أحاول تلخيص كيفية التعرف بالطرق الكيميائية على مجموعة من الأحبار التى استخدمت بصفة عامة فى الأزمنة القديمة .. وذلك على النحو الموضح فى الجدول الآتى : —

المحلول الكيميائي الكاشف		حبر عفص الحديد	حبر الخشب المنقوع		حبر النجروسين	حبر الفناديوم	حبر الربزورسين
		Iron gall ink	كرومات البوتاسيوم	كبريتات النحاس			
حمض الاوكساليك المخفف	٣ ٪	يزول لونه (Bleachea)	لون بنفسجى	لون برتقالى اصفر	لا يتغير لونه	دخان كثيف ويزول لونه	لون أحمر ناصع
حمض السيتريك المخفف	١٠٪	يزول لونه	لون بنفسجى	لون برتقالى اصفر	دخان كثيف ولون آزرق غامق	دخان كثيف ويزول لونه	يزول لونه
حمض الهيدروكلوريك المخفف	١٠٪	بقعة ذات لون اصفر باهت .	لون وردى احمر	لون احمرانده	لا يتغير تقريبا	يزول لونه بدرجة بسيطة ودخان كثيف .	لون وردى ناصع
حمض الكبريتيك المخفف	٢٠٪	يزول لونه	لون احمر	لنو وردى احمر	لا يتغير لونه	يزول لونه بدرجة بسيطة جـــدا .	لون احمر ناصع
حمض النيتريك المخفف	٢٠٪	يزول لونه	لون احمر	لون احمر وردى	دخان بسيط	يزول لونه بدرجة بسيطة جدا	لون وردى ناصع
كلوريد القصديروز + حمض الهيدروكلوريك + ماء بنسبة ١ : ١ : ١٠		يزول لونه	لون احمر	لون احمر	لا يتغير لونه	يدخن ويزول لونه بدرجة بسيطة .	يزول لونه
محلول مركز من ثانى اكسيد الكبربت		يزول لونه	لون بنفسجى مائل الى الرمادى .	لون احمر	لا يتغير لونه	يدخن ويزول لونه بدرجة بسيطة	يزول لونه

المحلول الكيميائى الكاشف	حبر عفص الحديد	حبر الخشب المنقوع		حبر النجروسين	حبر الفناديوم	حبر الريزورسين
		كرومات البوتاسيوم	كبريتات النحاس			
محلول كلوريد الذهب ٤٪	يزول لونه بدرجة بسيطة	لون احمر مائل الى البنى .	لون بنى	لا يتغير لونه	يدخن ويزول لونه بدرجة بسيطة	يدخن ويكون لون بنى .
ثيوكبريتات الصوديوم + ماء + نوشادر بنسبة ١ : ١٠ : ١	لون احمر قاتم	لا يتغير لونه	أزرق غامق	يدخن ويعطى اللون البنفسجى الغامق	يدخن بكثافة شديده	لون بنى .
حديد وسيانيد البوتاسيوم + ماء + حمض الهيدروكلوريك بنسبة ١ : ١٠ : ١	لون ازرق	لون احمر	لون وردى مائل الى اللون الأحمر	لا يتغير لونه	لا يتغير لونه	لون وردى .
محلول هيدروكسيد الصوديوم ٤٪	لون احمر غامق	لون بنى	يدخن ويعطى لون احمر	يدخن ويعطى لون بنفسجى غامق	يدخن ويعطى لون بنى وسخ	لا يتغير لونه
محلوم كلوريد الكالسيوم ٢٪	يزول لونه	يزول لونه	يعطى بقعة صفراء اللون	لون بنى	لا يتغير لونه	لـــون بنى

رابعا : طرق التعرف على التزييف فى الوثائق والمخطوطات

للتعرف على التزييف فى الوثائق والمخطوطات وهو أمر شائع فى كل زمان ومكان يوصى شيفاليية (Chevallier) باتباع أسلوب العمل الآتى حسب تتابع خطواته : ــ

١ ــ فحص مواضع الكتابات المراد فحصها فى الوثيقة أو المخطوطة بعدسة مكبرة ٠٠ وفى هذه الحالة يجب ملاحظة لون الحبر المستخدم وهيئة وشكل حواف الكتابة وهل هى مستوية أم لا ؟ ٠٠ وفى حالة حدوث كشط أو محو يدوى فان الورق فى الأماكن المكشوطة سوف يبدو غير متناسق فى سمكه ٠

٢ ــ معالجة مواضع الكتابات المراد فحصها بالماء المقطر وسوف نجد فى حالة حدوث تزوير أن قابلية الورق لامتصاص الماء سوف تتفاوت من مكان لآخر ٠

٣ ــ معالجة مواضع الكتابات المراد فحصها بالكحول النقى والغرض من استخدام الكحول النقى هو التأكد من عدم وجود المواد الرابطة Sizing materials) حيث أنها تزال عادة عند محو الكتابات الأصلية بغرض التزوير ٠٠ وعند معالجة مواضع الكتابات المزورة بالكحول نجد أن مواد الكتابة المستخدمة فى التزوير تنتشر بسرعة بل تنفذ من خلال الورق فى المواضع التى أزيلت منها الكتابات الأصلية بالكشط ٠٠ وفى حالة التزوير المتقنة نجد أن المزورين يستخدمون عادة القلفونية أو الغراء لربط شعيرات ألياف الورق فى الأماكن التى كشطت الكتابات الأصلية منها ٠٠ وفى هذه الحالة يجب معالجة هذه الأماكن بالماء الدافىء أولا ثم اختبارها بعد ذلك بالكحول النقى ٠

٤ ــ اختبار الكتابات المراد فحصها بورق عباد الشمس الأزرق والأحمر وفى هذه الحالة توضع أماكن الكتابات المراد فحصها بعد تندتيها بالماء بين ورقتين من عباد الشمس الأزرق أو الأحمر ثم توضع وهى على هذا النحو بين لوحين من الزجاج وتترك لبعض الوقت ٠٠ وبعد ذلك تفحص أوراق عباد الشمس للوقوف على التغيرات التى حدثت لها ٠٠ وفى حالة حدوث تغير فى لون ورق عباد الشمس لابد من ملاحظة هل هو تغير منتظم أو غير منتظم ٠

٥ ــ اختبار الكتابات المراد فحصها بالمحاليل الكيميائية الكاشفة وفى هذه الحالة تندى أماكن الكتابات المراد فحصها بالماء ثم تعالج

بالمحاليل الكيميائية الكاشفة ٠٠ ومن أمثلة المحاليل الكيميائية التى يمكن استخدامها لهذا الغرض حمض الجاليك (Gallic acid) وحديد وسيانيد البوتاسيوم (Potassium ferro cyanide) او كبريتيد الهيدروجين (Hydrogen Sulphide) وفى هذه الحالة لابد أن تتكرر المعالجة الكيميائية بعد مرور أربع وعشرين ساعة ٠٠ وسوف تظهر آثار الكتابات الاصلية اذا ما كان بالورق بعض آثارها بعد مضى فترة تتراوح ما بين عشرة وثلاثين يوما ٠

وثمة طريقة أخرى يتم بها التعرف على الكتابات المزورة ٠٠ وفى هذه الطريقة تعرض مواضع الكتابات المراد فحصها ــ بعد تنديتها بالماء ــ الى أبخرة اليود ٠٠ وسوف تتبقع الأماكن التى أزيلت منها المواد الرابطة أثناء عملية محو الكتابات الأصلية باللون الأزرق بينما تصطبغ الأماكن الأخرى ببقع بنية اللون ٠

وبجانب هذا الأسلوب التقليدى الذى اقترحه شيفاليية للتعرف على الكتابات المزورة فى الوثائق والمخطوطات فانه يمكن حاليا بعد أن تطورت التطبيقات العلمية فى مجال دراسة وصيانة الوثائق والمخطوطات استخدام مصادر الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء فى التعرف على الكتابات المزيفة ٠٠ كما يمكن أيضا استخدام وسائل التصوير الفوتوغرافى باستخدام الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية ٠٠ ومما لا شك فيه أن هذه الطرق الحديثة أجدى وأكثر نفعا من الوسائل التقليدية بل أكثر ملائمة لطبيعة الوثائق والمخطوطات الا أننى أرى أن المرمم ورجل الصيانة سيظل دائما فى حاجة الى استلهام جميع الطرق والأساليب حتى يكون قادرا على حل المشكلات الصعبة والمتشعبة التى يقابلها من خلال عملة فأعمال الصيانة والعلاج والترميم ليست بالأعمال النمطية بل أراها كالمصب الذى يتجمع فيه العديد من روافد العلم والمعرفة ٠

خامسا : وسائل قياس تلف الورق

Means of Measuring Deterioration of Paper

قد يكون ممكنا من حيث المبدأ التعرف على طبيعة ونوعية التفاعلات التى تتم بين أحد مكونات الورق وعوامل التلف التى يقع تحت تأثيرها ٠٠ وهى التفاعلات التى تؤدى فى العادة الى تكسير تركيبة الكيميائى وتتسبب فى تحويله الى مركبات كيميائية أبسط ٠٠ ولكن امكانية تعرفنا هذه لن تكون متيسرة أو كافية من الناحية العملية لاعطاء فكرة كاملة عن طبيعة ونوعية التفاعلات المتبادلة بين مكونات الورق ثم بينها

وبين العوامل الخارجية ٠٠ ومن ثم فسوف نجد أنفسنا فى النهاية غير قادرين على اعطاء تصور شامل للكيفية التى يتلف بها الورق ٠٠ لذلك المادة المعقدة التركيب الى حد كبير ٠٠ خاصة وان الفحص الميكروسكوبى للألياف سوف يعطينا فقط نتائج وصفية (Qualitative results كما أن طرق الفحص الكيميائى التى تقدر فيها مثلا درجة بلمرة الورق أو تعيين ما يسمى بالرقم النحاسى تعطى فقط فكرة اجمالية عن كمية تحلل بعض المكونات ٠٠ ولهذا نجد أن المعامل المتخصصة فى صيانة الورق تلجأ الى الطرق غير المباشرة لدراسة وفحص الورق ٠٠ وهذه الطرق تعتمد على دراسة الخواص الميكانيكية للورق ٠

ولما كانت القوة الميكانيكية للورق ومقاومته لعوامل التلف هى أهم صفات الورق الجيد ٠٠ ولما كانت هذه الصفات التى تتميز بها الأنواع الجيدة من الورق تعود فى المقام الأول الى نوعية ما يوجد بها من مواد سليولوزية فانه يكون من المنطقى البدء بمعرفة كيف يتفاعل السليولوز وعلى أية صورة يتواجد فى الورق ٠

والأســـاس العلمى لطرق فحص الورق التى ترتكز على دراســـة الميكانيكية تقوم على العلاقة بين التركيب البنائى للألياف وبين الخواص الطبيعية للورق ٠

ولقد أشار ج ٠ هال (G. Hall) الى أن هناك فرقا واضحا بين بقـاء الورق ــ أى مقاومته لعوامل التلف ــ وبين بقـاء السليولوز ــ أى مقاومته للتحلل ــ وذلك على أساس أن تحلل السليولوز لا يتوقف الى حد كبير على التركيب البنائى لألياف الورق المصنع ٠٠ بينما يتوقف بقاء الورق على عدم تحلل السليولوز ٠٠ ومن هذا يمكن القول بأن نتـائج الفحص باستخدام الطرق الطبيعية تعتبر معيارا لتلف الورق ٠

وفيما يلى سوف نتناول بايجاز الطرق المختلفة لفحص وقياس تلف الورق : ــ

(أ) طرق فحص وقياس الخواص الميكانيكية للورق

وهى الطرق التى تعتمد على دراسة الخواص الميكانيكية للـورق ، ونذكر منها الطرق الآتية : ــ

١ ــ قياس مدى تحمل الورق للطى (Folding endurance)

يعتبر مدى تحمل الورق للطى مقياسا على أكبر قدر من الأهميـة يرتبط فى نظر بعض الدارسين بعدد من الخواص الطبيعية مثل طـول

... والليونه والاحتكاك الداخلى والسمك ·· الخ ·· ويرى بعض الدارسين أن لوغاريتم عدد مرات الطى أو الثنى المزدوجة (double folds) المطلوبة لكسر الورقة التى يجرى فحصها هى قيمة ذات دلالة حقيقية عن الخواص الطبيعية المشار اليها ·· ومن ناحية أخرى يرى بعض المتخصصين فى هذا المجال ان هناك علاقة واضحة بين عدد مرات الطى المزدوجة وبين قوة الشد أو المط (Tensille strength) المطلوبة لقطع الورقة التى يجرى فحصها ·

ويرى بريخت (Brecht) أن نسبة لوغاريتم عدد مرات الطى المزدوجة الى قوة الشد أو المط المطلوبة لقطع الورقة مقدرة بالكيلوجرامات هى القيمه الحقيقيه التى يجب أن يقدر بها مدى تحمل الورق للطى ·· ولقد كان هذا هو الأساس الذى بنى عليه بريخت تصميمه لجهاز قياس تحمل الطى المعروف بأسمه ·

وبعد هذا الاستطراد يتبادر الى الذهن سؤالان على أكبر قدر من الأهمية : ـ

السؤال الأول : ما هو المقياس الحقيقى الذى يجب أن يقدر به مدى تحمل الورق للطى ؟

السؤال الثانى : ما هو الجهاز المناسب الذى يمكن أن نقيس به مدى تحمل الورق للطى ؟

وفيما يتعلق بالسؤال الأول نقول أن التعريف الذى أورده بريخت للمقياس الذى يقدر به مدى تحمل الورق للطى هو التعريف المعقول والمقبول ·· فلا شك فى أن عدد مرات الطى المزدوجة المطلوبة لكسر الورق سوف تتأثر بقوة شد أومط الورقة التى يجرى اختبارها فى الجهاز أما فيما يتعلق بالسؤال الثانى فأرى استخدام أجهزة القياس التى بنى تصميمها على هذا الأساس،ومنها الجهاز المعروف باسم (Schopper tester) والجهاز المعروف باسم (Brecht — Wesp tester)وكذلك الجهاز المعروف باسم (Kohler - Molin tester) ·

ولقد اختلف الدارسون فيما بينهم على مدى تطابق النتائج التى يمكن الحصول عليها باستخدام هذه الأجهزة ·· والواقع أن هذا الموضوع يحتاج الى مزيد من الدراسة حتى يمكن الانتهاء الى رأى فى مدى تطابق النتائج التى تعطيها أجهزة الفحص المختلفة ولا يجاد طريقة نستطيع بها توحيد المقاييس ·

وقد حقق بريخت فى بحث حديث له الاتفاق بين قيمة تحمل الورق للطى التى قدرها بالجهاز المعروف باسمه (Brecht tester) وبين قيمة تحمل الورق للطى التى قدرها بالجهاز المعروف باسم (Schopper teste)

وقد تحقق هذا الاتفاق أيضا فى بحث أجراه لودفيج سانتوتشى (L. Santucci) وانتهى فيه الى القول بأنه يمكن بنـاء على هـذا الاتفاق أن نحول قيم مدى تحمـل الـورق للطى التى نحصـل عليها باستخدام جهاز بريخت الى القيم التى نحصل عليها باستخدام أى جهاز آخر أو العكس ، وذلك باستخدام العلاقة التى صاغها على هيئة معادلة رياضية هى : —

$$F_B = \frac{\text{Log } V}{L \times 10^{-3}} = \frac{P_O \; 1000}{d.\, g} \text{ Log } V$$

$$\text{or } V = 10^{FB} \; L\, 10^{-3} = 10 \; \frac{F_B \; P_O \; 10^3}{d.\, G}$$

وطالما أن

$$F_B = \frac{P}{P^o}$$

فانه يمكن تبسيط هذه العلاقة على النحو التالى ·

$$V = 10 \; \frac{P \; 10_3}{d.g}$$

Where V = number of double folds

L = The breaking length

F = Folding endurance by Brecht tester

P = Tensile breaking Strength (Kgs)

P = Tensile breaking strength, residual after a given number of folds in Bracht tester

g = basic Weight in gr./m

d = Width of Strip in M. M.

يبقى سؤال هام يتعلق بالصلة بين مدى قابلية الورق للطى وبين الحالة التى وصـل اليها الورق المراد فحصه ·· وفى هذا الخصوص فقد ثبت بالدراسة والفحص أن هناك علاقة مباشرة بين مدى قابلية الورق للطى وبين كميــة السليولوز الذى تكسر (degraded) وتحول الى

مركبات كيميائية أبسط .. فكلما قلت كميـة السليولوز المتكسر كلما زاد مدى تحمل الورق للطى (Folding endurance) .

ولقد وجد كل من نيدرفين ورويين (Vederveen and Royen) أن هناك علاقة مباشرة بين انخفاض مدى تحمل الورق للطى (معبرا عنه بلوغاريتم عدد مرات الطى المزدوجة) الذى يحدث بتقادم الورق وبين عدد الروابط الكيميائية (Chemical bonds) التى تكسرت فى سلسلة السليولوز (Cellulose chain) وهذه الروابط يمكن تقديرها عن طريق قياسات اللزوجة (Viscometric data) .

ومن ناحية أخرى فقد لاحظ نيدرفين ورويين وجود علاقة بين مدى تحمل الورق للطى وبين كمية الألفا سيلولوز (Alpha Cellulose) الموجودة به ، كما أنهما لاحظا أيضا ــ والى درجة ما ــ وجود علاقة بين مدى تحمل الورق للطى وبين فقدان الورق لنصاعته (Loss of brightness)

وأخيرا فقد أثبت نيدرفين ورويين وجود علاقة عكسية بين معدل انخفاض مدى تحمل الورق للطى وبين درجة الحرارة التى وقع الورق تحت تأثيرها .. بمعنى أنه كلما زادت درجة الحرارة كلما قل عدد مرات الطى المزدوجة التى ينكسر عندها الورق .

٢ ــ قياس مدى تحمل الورق للشد أو المط : ــ
Tensile (breaking) Strength

تكتسب قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط أهميـة كبرى لارتباطها بقياسات مدى تحمل الورق للطى وبقياسـات مدى مقاومته للتمزق .. وبالرغم من كونها لا تفيد كثيرا فى تفسـير تلف الـورق بالتقادم حيث أن قيمها تتغير بدرجة ضئيلة مع تقاوم الورق ــ الا أنها تفيد كثيرا فى معرفة درجة تبلمر الورق (Degree of Polymerization)

ويقدر مدى تحمل الورق للشـد أو المط أما بقوة الشـد أو المط المطلوبة لقطع عينة الورق التى يجرى فحصها مقـدرة بالكيلو جرامات وأما بالطول الذى تنقطع عنده عينة الورق ، وفى هذه الحالة فان قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط لا تعتمد على الوزن المبدئى للورق .

وبالرغم من أن مدى تحمل الورق للشد أو المط يعتمد فى المقـام الأول على طول ألياف الورق وعلى الروابط الداخليـة التى تربط بين اليافة (Inter fiber bonds) وعلى وجه الخصوص الرباط الهيدروجينى

(H-bond) الا أن الدراسات الضـــوئية قد أثبت أن بعض الروابط الكيميائية التى تربط جزيئات مادة الورق تنكسر أثناء عملية قياس مدى تحمل الورق للشد أو المط .

ولما كانت المواد اللاصقة التى تضاف الى المواد الخام المستخدمة فى صناعة الورق تزيد من تحمله للشد أو المط لكونها تزيد من التماسك بين أليافه فان طريقة تحضير عينات الورق للفحص سوف تؤثر دون شك على قياسات مدى تحمل الورق للمط أو الشد .. وعلى أية حال يمكن القول بأن قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط تعطى فقط معيارا لقوة التماسك الداخلية بين ألياف الورق (Internal Cohesion) .. أى المقاومة الاستاتيكية (Static resistance)

ومهما يكن من أمر فان قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط تكتسب أهمية كبيرة لارتباطها بقياسات مدى تحمـــل الورق للطى على النحو السابق الاشارة اليه .

٣ ـ قياس مدى مقاومة الورق للكسر والتمزق : ـ

Bursting Strength and Tear resistance

يـرى بعض الدارسين أن قياســـات مدى مقاومة الـورق للكسر (Bursting Strength) لاتعطى تقييما صحيحا لمقـــاومة الورق ، ولكنها على أى حال تعبر عن مدى تماسك ألياف الورق .. ولقد ثبت أن قياسات مدى مقاومة الورق للكسر تعبر عن قـــدم وتلف الـورق (Ageing and deterioration) بطريقة أفضل من قياسات مدى تحمل الورق للشـــد .

أما قياسات مقاومة الورق للتمزق (Tear resistance) فانها تتميز بأهمية خاصة لكونها تعبر عن قوة ومتانة الورق .. وقد أثبتت الدراسات أن مقاومة الورق للتمزق ترتبط بالكيفية التى ترتبط بها ألياف الورق (Inter Weaving of Fibers) أكثر مما ترتبط بالتركيب البنائى للألياف ذاتها (Structure of the individual fiber) كما أنها تعتمد على طريقة تجهيز ودرجة صحن مكونات الورق
(Furnish and degree of beating)

وتوجد طريقتان لقياس مدى مقاومة الورق للتمزق .. أحـداهما تعتمد على قياس مدى مقاومة ورقة أحـدث فيها قطـع أو ثقب للتمزق ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Initial (or edge) tearing strength)

أما الثانية فتعتمد على قياس مدى مقاومة ورقة لاحداث التمزق ويطلق عليها بالانجليزية اسم
(Internal (or Continued) tearing strength)

والطريقة الأخيرة هي الأكثر شيوعا ويستخدم لقياسها الجهاز المعروف باسم (Elmendorf tester) ...

ويقدر مدى مقاومة ورقة للتمزق فى الطريقة الأولى بالقوة اللازمة لاستمرار تمزق ورقة أحدث فيها قطع أو ثقب .. أما فى الطريقة الثانية فيقدر مدى مقاومة ورقة للتمزق بالقوة اللازمة لاحداث التمزق وتوجد أجهزة كثيرة لقياس مدى مقاومة الورق للتمزق باتباع الطريقة الأولى اشتهر منها جهازان هما (Bekk and MPA testers) .

وفى نهاية تناولنا لطرق فحص وقياس الخواص الميكانيكية للورق لابد من القول بأن أيا منها لا يكفى وحدة للتعبير عن قوة الورق .. وللتغلب على هذه الصعوبة يرى تورى (Torrey) أن القيمة التى تعطى التعبير الصحيح عن قوة الورق هى القيمة التى يعبر عنها بالمعادلة الآتية : —

$$\text{Strength} = \sqrt{\text{Burst x Tear x fold}}$$

(ب) فحص الورق باستخدام الطرق الصناعية للاسراع فى قدم الورق :
Methods of Artificially Accelerated Ageing

من الثابت أن الورق عندما يترك فى المخازن أو فى فترينات العرض تحت تأثير عوامل التلف الطبيعية من ضوء وحرارة ورطوبة وشوائب غازية يتغير لونه ويفقد صلابته ومتانته ولدانته .. وهذا ما يعبر عنه بالقدم الطبيعى (Natural ageing) .

وفى حالات كثيرة وعندما يراد دراسة تأثير المواد المستخدمة فى تقوية وصقل الورق القديم والمواد المستخدمة فى عمليات العلاج والترميم والتبيض وازالة الحموضة الزائدة وكذلك تأثير المبيدات الحشرية والفطرية فاننا نلجأ الى ما يعرف بطرق الاسراع الصناعى فى قدم الورق .. والغرض منها هو احداث التغيرات التى تحدث للورق فى الظروف الطبيعية ببطء شديد فى وقت قصير جدا وذلك بتعريض الورق المراد فحصه أما لتأثير الضوء الشديد وأما لتأثير حرارة عاليه .. وهما الطريقتان المستخدمتان حاليا للاسراع الصناعى فى قدم الورق .

وفى طريقة الاسراع الصناعى فى قدم الورق باستخدام الضوء يعرض الورق المراد فحصه لاشعاعات الأشعة فوق البنفسجية أو

للاشعاعات الصادرة من مصدر ضوئي غني باشعاعات هذه الأشعة ٠٠
اما في طريقة الاسراع الصناعي في قدم الورق باستعمال الحرارة فيعرض الورق المراد فحصه لتأثير الحرارة لمدة أثنتين وسبعين ساعة عند درجة حرارة مقدارها ١٠٠ م٥ ٠٠ على أن المعالجة الحرارية لا تعطى فكرة سليمة تماما عن الكيفية التي يتقادم بها الورق تحت تأثير ظروف العرض أو التخزين الطبيعية ٠٠ فالمعروف أن درجة الرطوبة النسبية في الأجواء العادية تتراوح بين ٣٥ ، ٧٠٪ ، الحالة التي لا يمكن أن تقوم في جو الفرن المحمى عند درجة حرارة ١٠٠ م٥ حيث تكون درجة الرطوبة النسبية منخفضة جدا ٠

وللتغلب على هذه الصعوبة قام ر. ر. يابروفا (R. R. Yabrova) بدراسة هامة استطاع فيها تهيئة الظروف المناسبة التي يمكن فيها استخدام درجات الحرارة المرتفعة التي تسرع بتلف أو قدم الورق المراد فحصه في وجود الرطوبة النسبية المطلوبة ٠٠ ويتم ذلك بوضع محلول مائي مركز جدا لملح مناسب ـ وبحيث يحتوى المحلول المركز على كمية كبيرة من الملح الصلب (Solid phase) في الفرن المستخدم في عملية الاسراع الصناعي في القدم بعد احكام غلقه وبعد سد المنافذ التي يمكن من خلالها تسرب الهواء منه أو اليه ٠٠ وذلك على أساس أن أي محلول ملحي مركز يتميز بضغط بخاري ثابت عند درجة حرارة معينة ، ومن ثم سوف يهيىء درجة معينة وثابتة من الرطوبة النسبية في جو الفرن المستخدم ٠

ومن ناحية أخرى قام كل من سيتولا وفوجلبرج (Sihtola and Fogelberg) بدراسة لمعرفة تأثير الأشعة فوق البنفسجية على سليولوز الورق ٠٠

وقد ثبت لهما بهذه الدراسة أن بداية تحول السليولوز الى الجلوكوز أي تكسره (degredation) تحدث عند طول موجة ٢٥٠٠ انجستروم وأن تحول أو تكسر السليولوز يزداد كلما قصر طول الموجه ٠

وقد قام كل من سيميونيسكو وبوبل (Simionescu and Poppel) بدراسة طبيعة التغيرات التي تحدث في سليولوز الورق عند تعريضه لتأثير الأشعة فوق البنفسجية وثبت لهما أن غاز الاكسيجين يلعب دورا هاما في التغيرات التي تحدث للسليولوز عند تعريضه للأشعة فوق البنفسجية وأن دور الأشعة فوق البنفسجية لا يزيد عن كونه يسرع بعمليات تحول أو تكسر السليولوز بالاكسدة (Oxidative degredation)

وفيما يختص باستخدام الحرارة للاسراع الصناعى فى قدم الورق فقد أثبتت الدراسات التى أجراها المعهد القومى الأمريكى للدراسات القياسية (National Bureau of Standards) أن تعرض الورق لمدة اثنين وسبعين ساعة عند درجة حرارة مقدارها ١٠٠ درجة م يعادل على وجه التقريب من ٨ الى ٢٠ سنة تحت ظروف العرض والتخزين فى درجة الحرارة العادية ..

ثم عاد فى دراسة أخيرة له الى القول بأن تعريض الورق لمدة اثنين وسبعين ساعة عند درجة حرارة مقدارها ١٠٠ درجة م يعادل ثمانية وعشرين عاما فى الظروف العادية .

ولقد أثبتت الدراسات التى قام بها فان روين (Van Royen) ومعاونوه أن الطاقة المنشطة (Activation energy) لاصفرار الورق وتحلله الحرارى على الرغم من أنها تختلف فيما بينها ، الا أنها لا تختلف بالنسبة لعجائن الورق المختلفة .

وللوقوف على طبيعة التغيرات التى تحدث للورق بالتقادم سواء كان تقادما صناعيا أو طبيعيا لابد من اختبار الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية والخواص الكيميائية للورق .. والخواص الفيزيو ـ كيميائية للورق تعتمد كما سبق أن أوضحنا على الروابط التى ترتبط بها جزيئات الجلوكوز فى سلاسل السليولوز (Cellulose chains) التى تتكون منها ألياف الورق وكذلك على الروابط التى ترتبط بها ألياف السليولوز لتكون فى النهاية وبعد عمليات السحق والضغط صحائف الورق .. وفى هذا الصدد نجد أن الاحتكاك بين أسطح اتصال ألياف الورق له أهمية كبرى .

ومما لا شك فيه أن قياسات مدى تحمل الورق للطى (Folding Strength) هى أكثر القياسات تعبيرا عن التغيرات التى تحدث فى الخواص الميكانيكية للورق بالقدم سواء كان قدما صناعيا أو قدما طبيعيا ، وذلك على أساس أن مدى تحمل الورق للطى يعبر عن قوة الألياف ذاتها وبالتالى يعبر عن مقاومتها للتلف بالقدم .

ولما كانت لدونة الألياف ـ وهى دون شك من العوامل الهامة التى تحكم قياسات مدى تحمل الورق للطى ـ تعتمد على كمية الرطوبة المختزنة بالورق ، لذلك يجب أن تجرى قياسات مدى تحمل الورق للطى عند درجات ثابتة من الرطوبة النسبية .

ولقد قام كل من سوليشنك وتروختنكوفا
(Solechink and Trukhtenkova)
بدراســـة مدى مقـــاومة الورق لتـــأثير الحرارة (*) على مجمـــوعة من الأوراق المصنوعة من لب ألياف القطن ومن لب الكبريتات نصف المبيض (Semi bleached) ومن لب الكبريتات غير المبيض ومن لب الكبريتيت المبيض والمنقى ·· ولقد انتهيا من دراستهما الى النتائج الهامة الآتية :

١ ـ العوامل الأساسية التى تؤثر فى مـدى مقاومة عجائن الورق (Paper pulps) وصحائف الورق المصنوعة منها لتأثير الحرارة هى : درجة تبلمر السليولوز والتركيب التجزيئى للسليولوز (Frational composition) وكمية الأحماض الحرة فى الورق التى يمكن استخراجها بالماء المقطر ·

٢ ـ أكثر أنواع عجائن الورق مقاومة لتـأثير الحرارة هى العجائن المصنوعة من ألياف القطن لكونها تحتوى على أكبر نسبة من الألياف ذات درجات التبلمر العالية (فوق ١٢٠٠) ولكونها لا تحتوى على أية مكونات ذات درجة تبلمر أقل من عشرة ·

٣ ـ أقل أنواع عجائن الورق مقاومة لتأثير الحرارة هى عجائن أو لب الكبريتيت غير المبيض وغير المنقى ، وذلك لكونها لا تحتوى على أية نسبة من الألياف ذات درجات التبلمر العالية (فوق ١٢٠٠) ولكونها تحتوى على نسبة كبـيرة (٥٪) من المكونات ذات درجة تبلمر أقل من عشرة ·

٤ ـ أن خصائص التركيب التجزيئى لعجائن أو لب الكبريتـات يضعها من حيث مدى مقاومتها لتأثير الحرارة فى مكان وسط بين العجائن المصنوعة من سليولوز القطن وعجائن الكبريتيت ·

٥ ـ كمية الأحماض الحرة فى الورق تؤثر الى حد كبير فى مـدى مقاومته لتأثير الحرارة ·· ولا يجب أن تزيد درجة حموضة الماء المستخرج من الورق (PH. Value) عن ٥ر٦ ·

٦ ـ كلما زادت درجة حموضـــة الورق ـ أى قلت قيمـة الأس الهيدروجينى (PH. Value) كلما قل مدى مقاومته لتأثير الحرارة ·· ولقد

(★) يقصد كل من سوليشنك وترختنكوفا بمدى مقاومة الورق لتـأثير الحرارة (heat resistance) انه يعنى مدى تحمل الورق للطى معبرا عنه بالنسبة المئوية لعدد مرات الطى المزدوجة (Number of double folds) المطلوبة لكسر الورق بعد تعريضـه لتأثير الحرارة الى عدد مرات الطى المزدوجة المطلوبة لكسر الورق دون تعريضه للحرارة ، أى عدد مرات الطى المزدوجة الأصلية (Initial number of double folds))

ثبت أن مقاومة الورق لتأثير الحرارة تبدأ فى الانخفاض عند درجة حموضة (PH. Value)مقدارها ٥ر٦ ٠

٧ ــ اذا زادت قيمة الأس الهيدروجينى للماء المستخرج من الورق عن ٥ر٧ تزيد مقاومة الورق لتأثير الحرارة ولكن لونه يتحول الى اللون الأصفر عند درجات الحرارة المرتفعة ٠

٨ ــ أن تأثير الأحماض الحرة فى الورق على مدى مقاومته لتأثير الحرارة يرجع الى وجود أيونات الهيدروجين الحرة(Free hydrogen ions)

أما أيونات الهيدروجين المقيدة (bound hydrogen ions) شأنها فى ذلك شأن أيونات الكالسيوم والألومنيوم المقيــدة لا تؤثر على مدى مقاومة الورق للحرارة ٠

٩ ــ يعبر مــدى تحمل الورق الذى أجريت له عمليــات الاسراع الصناعى فى القــدم للطى (Folding Strength) عن مــدى تأثره بالحرارة بينما نجد أن مقاومة الورق للكسر (Breaking strength) لا تعطى فكرة واضحة عن مــدى تأثر الورق بالحرارة ، لكونهــا تتأثر بالحرارة بدرجة ضئيلة ٠

١٠ ــ يتأثر الورق بصــفة أساسية بالحرارة نتيجــة لتغير طول جزيئات السليولوز (أى جزيئات الجلوكوز المبلمرة) وذلك بسبب تكسر الروابط الالكترونية ــ وتعرف باسم روابط التكافؤ (Valency bonds) التى تربط بين جزيئات الجلوكوز لتكوين جزئيات السيلولوز ٠

وقد قام ت٠ أ٠ برافيلوفا (T. A. Pravilova) بدراسة مماثلة التى تربط بين جزيئات الجلوكوز لتكوين جزيئات السليولوز ٠

١ـ قياسات مدى تحمل الورق للطى هى أهم المعايير التى يمكن بها قياس مدى مقاومة الورق للتلف ومدى قابليته للبقاء (Durability) ٠٠ وهى أيضا أكثر القياسات حساسية للتعبير عن قدم الورق سواء كان قدما صناعيا أو طبيعيا ٠٠ وعلى هذا فان عدد مرات الطى المزدوجة بعــد المعالجة معبرا عنها بنسبتها المئوية لعدد مرات الطى المزدوجة الأصلية ، هى القيمة التى يعبر بها عن تلف الورق ٠

٢ ــ ان قيــاس درجــة بلمرة الورق وتعيين التركيب التجزيئى للسليولوز (Fractional composition) هى أكثر الطرق دقة للتعبير عن مدى قابلية الورق للبقاء .. أى مدى مقاومته لعوامل التلف ــ والواقع أن معدل التغير فى درجة بلمرة الورق وفى التركيب التجزيئى للسليولوز بالقــدم يعبر عن عمليــات التكسير التى تتعرض لها جزئيات السليولوز

(deployomerizatnon) بطريقة أفضل مما يعبر عنه التغير الذى يحدث فى محتوى الورق من الألفا سليولوز (Alpha — Cellulose) .

ولقد ثبت أن أكثر أنواع الورق مقاومة لعوامل التلف هو الورق الذى تتراوح فيه درجة التبلمر ما بين ١٠٠٠ ، ١٢٠٠ والذى لا يحتوى على أية مكونات ذات درجة تبلمر أقل من ١٠ ٠

٣ ــ وجد أن قيمة الأس الهيدروجينى (P.H. Valuc) للمحلول المائى المستخرج من الورق ذو القابلية الكبيرة للبقاء تتراوح ما بين ٥ر٦ ، ٥ر٧ ٠٠ وأن معدل حموضة الورق يزيد بالقدم نتيجة لعمليات الأكسدة التى يتعرض لها الورق ٠

٤ ــ عندما توجد الكتب والمخطوطات والوثائق فى مخازن أو خزانات عرض يراعى فى تجهيزها عدم تعريض هذه المقتنيات للتأثير المدمر للضوء ــ وخاصة الأشعة فوق البنفسجية ــ وعدم تعريضها كذلك لتأثير الهواء وما به من شوائب غازية ٠٠ وفى حالة وجودها فى درجات رطوبة نسبية مناسبة ٠٠ فان تلف الورق فى هذه الحالة يكون بسبب التحلل المائى (Hydrolytic degredation) لمكونات الورق الذى يتم نتيجة للتفاعل بين مكونات الورق السليولوزية وبقايا المواد الكيميائية المستخدمة فى عمليات تحضير عجائن الورق (Cooking of paper pulps) وأيضا بقايا المواد الكيميائية الرابطة والمبيضة (Sizing and Bleaching reagent) وعلى هذا يمكن القول بأن تلف الورق بالمخازن وخزانات العرض ينشأ أساسا بسبب عمليات التحلل المائى التى تتكسر فيها روابط التكافؤ (Valency bonds) وكذلك الروابط الجلوكوسيدية (Glucosidic bonds) فى سلاسل السليولوز (Cellulose chains) أى أنه تقادم كيميائى (Chemical ageing) ومن ثم يجوز لنا أن نقول أن فحص الورق بطرق الاسراع الصناعى فى قدم الورق وباستخدام الحرارة هو أفضل الطرق التى تعبر عن مدى قابلية الورق للبقاء أى مدى مقاومته لعوامل التلف ٠

ولقد قام ر٠ ر٠ يابروفا (R. R. Yabrova) بدراسة معملية على أكبر قدر من الأهمية لمعرفة طبيعة ونوعية ومدى التغيرات التى تحدث للورق فى عمليات الإسراع الصناعى فى قدم الورق ٠٠ ولعله يكون من المفيد ايجاز هذه الدراسة القيمة حتى تكون دليل عمل لمن يرغب من العاملين فى حقل علاج وترميم وصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ٠٠ وقد تميزت هذه الدراسة بالاتجاهات الآتية :

التغيرات التى تحدث فى الورق كدلالة على تأثير الحرارة :
Changes in the paper as a function of temperature.

قام ر. ر. يابروفا بتعريض عينات مأخوذة من ورق الجرائد لتأثير درجات حرارة مختلفة هى ٢٥ درجة°م ، ٣٥ درجة°م ، ٥٥ درجة°م ، ٨٠ درجة°م ، ٩٥ درجة م فى درجة رطوبة نسبية ثابتة هى ٧٣ ٪ ..

ولقد ثبت له أن :

١ ــ لم يترتب على المعالجة الحرارية لعينات الورق عند درجة حرارة ٢٥ درجة°م ، ٣٥ درجة°م والتى استمرت مائة يوم أى انخفاض فى قيم الخواص الميكانيكية للورق .

٢ ــ ترتب على المعالجة الحرارية لعينات الورق عند درجة حرارة ٥٥ درجة م حدوث تغيرات بطيئة جدا فى الخواص الميكانيكية للورق .. فقد انخفض والى حد ما تحمل الورق للطى بعد مرور خمسة وخمسين يوما من المعالجة الحرارية .. وباستمرار المعالجة وبعد مرور مائة يوم حدث انخفاض كبير فى تحمل الورق للطى . وفيما يختص بمقاومة عينات الورق المعالج حراريا للكسر وتحملها للمط أو الشد فلم يحدث فيها أى تغير يذكر . ومن ناحية أخرى فقد زادت حموضة عينات الورق ببطء شديد ، فقد انخفضت قيمة الأس الهيدروجينى (PH. Value) أى زادت حموضة الورق بعد مرو رثلاثين يوما من المعالجة الحرارية بنسبة ٦٪ .

٣ ــ ترتب على المعالجة الحرارية لعينات الورق عند درجة ٨٠ درجة م انخفاض سريع فى مدى قدرة الورق على تحمل الطى .. فقد حدث انخفاض ملحوظ جدا فى قيمة تحمل الورق للطى بعد مرور خمسة أيام من المعالجة الحرارية .. وعندما استمرت المعالجة الحرارية عند هذه الدرجة انخفضت قيمة تحمل الورق للطى الى الصفر . ومن ناحية أخرى فقد ظلت مقاومة الورق للكسر ثابتة مدة طويلة ، الا أنه قد حدث تغير طفيف فى قيمة مقاومة الورق للكسر باستمرار المعالجة الحرارية عند هذه الدرجة من الحرارة .. أما قيمة الحموضة الحرة فى الورق فقد زادت بدرجة بسيطة .

٤ ــ ترتب على المعالجة الحرارية عند درجة حرارة ٩٥ م انخفاض كبير فى قيم تحمل عينات الورق المعالجة للطى وصل الى ٦٥٪ ، وذلك بعد مرور خمسة أيام من المعالجة الحرارية .. بينما لم تتغير قيم مقاومة الورق للكسر تغيرا ملحوظا .

التغيرات التى تحدث فى الورق عند درجات الحرارة العالية كدلالة على تأثير الرطوبة النسبية فى الجو :

Changes in paper kept at a high temperature as a function of the Relative Atmospheric Hymidity.

عرضت عينات الورق المراد فحصه وكانت من ورق الطباعة وورق الجرائد وأيضا من ورق مصنوع من ألياف القطن لتأثير درجات مختلفة من الرطوبة النسبية عند درجة حرارة عالية هى ٨٠ درجة م ٠٠ ولقد ثبت أن :

١ ــ ترتب على تعريض عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة وورق الجرائد لتأثير جو جاف عند درجة حرارة ٨٠ درجة°م لمدة خمسة أيام أن انخفضت قيمــة تحمل ورق الطباعة للطى بمقدار من ١٣ الى ٣٦٪ بينما انخفضت قيمة تحمل ورق الجرائد للطى بمقدار ٢٥٪ ٠

٢ ــ ترتب على تعريض عينــات الورق المأخوذة من ورق الطبــاعة وورق الجرائد لتأثير رطوبة نسبية ٧٠٪ عند درجة حرارة ٨٠ درجة°م لمدة خمسة أيام انخفاض قيمة تحمل ورق الطباعة للطى بمقدار من ٥٥ ــ ٧٢٪ بينما انخفضت قيمة تحمل ورق الجرائد للطى بمقدار ٥٧٪ ٠

٣ ــ ترتب على تعريض عينات الورق المأخوذة من الورق المصنوع من الياف القطن لتأثير رطوبة نسبية ٧٠٪ عند درجة حرارة ٨٠ درجة°م لمدة خمسة أيام حدوث تغير طفيف فى قيمة تحمل الورق للطى ٠٠ ولقد لزم لاحداث تغير ملحوظ استمرار المعالجة الحرارية لمدة طويلة جدا ٠

ومن ذلك أمكن استخلاص النتائج الهامة التالية :

- تعريض الورق للحرارة فى وجود نسبة عالية من الرطوبة النسبية (٥٩ ــ ٧٣٪) يؤدى الى احداث انخفاض حاد فى تحمل الورق للطى ــ كدلالة على التغيرات التى تحـدث فى الخواص الميكانيكية للورق ــ بينما تعرض الورق للحرارة فى وجود نسبة منخفضة من الرطوبة النسبية (٢٠٪) لا يترتب عليه الا حدوث تغيرات طفيفة فى تحمل الورق للطى ٠
- تعرض الورق للحرارة ــ حتى ولو كانت عالية ــ فى وجود نسبة عالية من الرطوبة النسبية لا يترتب عليه الا تغير طفيف فى تحمل الورق للكسر ٠
- اختبارات الاسراع الصــناعى فى قدم الورق فى جو رطب لابد أن تجرى فى وجود نسبة ثابتة من الرطوبة النسبية ٠

— للحصول على معدل قدم كبير فى اختبارات الاسراع الصناعى فى قدم الورق لابد من اجـراء الفحص فى وجـود نسبة عالية من الرطوبة النسبية فى جو الأفران ٠

— اجراء اسراع صـناعى فى قدم الورق المصنوع من اليـاف تتميز بقابليتها للبقاء مثل ألياف القطن يتطلب استمرار المعالجة الحرارية لوقت طويل ٠

— الاسراع الصناعى فى قدم الورق عند درجات حرارة عالية (٨٠ درجة ـ ٩٥ درجة م) فى وجود نسبة عالية من الرطوبة النسبية (٥٩ ـ ٧٣٪) يترتب عليه احداث انخفاض كبير فى تحمل الورق للطى ٠

وعلى أية ولكى نتمكن من الوصول الى تصور حقيقى واضح عن المدة الزمنية اللازمة لتقادم الأنواع المختلفة من الورق تحت الظروف السائدة فى أماكن بعينها لابد لنا من مداومة التجارب حتى نتمكن فى النهاية من تهيئة الظروف المناسبة لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ٠

التغيرات الكيميائية والفيزيو كيميائية التى تحدث فى الورق أثناء التقادم :

Chemical and physico-chemical changes taking place in the paper during Ageing.

مما لا شـك فه أن انخفـاض القوة الميكانيكية للورق وعلى وجـه الخصوص مدى تحمل الورق للطى هو نتيجة للتغيرات الكيميائية والفيزيو ـ كيميائية التى تحدث فى الورق بالقدم ٠٠ وسوف نحاول الآن مناقشة تأثير عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق التى تجرى عند درجة حرارة ٨٠ درجة م على عـدد من العوامل التى تتحكم فى مـدى مقـاومة الورق للتلف وهى :

١ ـ الحموضة الحرة (Free Acidity)

٢ ـ محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية
(Carboxyl group content)

٣ ـ مدى تكسر جزيئات السليولوز
(Degredation of Cellulose macre molecules)

٤ ـ محتوى الورق من مجموعات الالدهيد
(Aldehyde group content)

وذلك على ضـوء الدراسـة المعملية التى قام بها ر٠ ر٠ يابروفا (R. R. Yabrova) على النحو التالى :

زيادة الحموضة الحرة فى الورق أثناء عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة°م وفى جو رطوبته النسبية ٧٠٪ :

اختبرت الحموضة الحرة للعينات المأخوذة من ورق الجرائد قبل وبعد اجراء عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق على فترات من الزمن ٠

وقد أجرى الفحص بأن أخذت حوالى عشرة جرامات من الورق ووضعت بعد تقطيعها الى أجزاء صغيرة جدا فى دورق من الزجاج مزود بمكثف وأضيف اليها حوالى ١٠٠ سم٣ من الماء المقطر الخالى من غاز ثانى أكسيد الكربون ثم جرى تسخينها على حمام مائى لمدة ساعة ٠ وأخيرا عينت الحموضة الحرة فى الماء باستخدام جهاز البوتنشيوميتر (Potentio-meter)

ولقد ثبت أن التغير فى الحموضة الحرة فى الورق أثناء عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق كانت بطيئة جدا ٠٠ فبعد مرور خمسة عشر يوما قلت قيمة الأس الهيدروجينى (PH. Value) أى زادت الحموضة ـ بنسبة ٩٪ ـ وبعد مرور ثلاثة وثلاثين يوما قلت قيمة الأس الهيدروجينى بنسبة ١٧٫٨٪ ٠

التغير فى محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية :

من الثابت أن السليولوز عندما يتعرض تحت ظروف خاصة للاكسدة فان محتواه من المجموعات الكربوكسيلية يزداد ٠٠ ولقد عين محتوى عينات الورق المأخوذة من ورق الجرائد من المجموعات الكربوكسيلية باتباع طريقة خلات الكالسيوم على فترات زمنية متباعدة أثناء عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م وفى وجود رطوبة نسبية مقدارها ٧٠٪ ٠٠ وقد ثبت حدوث زيادة صغيرة فى محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية (١٣٫٥٪) بعد مرورة عشرة أيام ٠٠ وبعد مرور عشرين يوما حدثت زيادة كبيرة فى محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية بلغت ٣٦٫٣٦٪ ٠

التغير فى محتوى الورق من المجموعات الألدهيدية :

من الثابت أن عمليات الأكسدة التى يتعرض لها الورق تتسبب فى زيادة محتواه من المجموعات الألدهيدية نتيجة للتأكسد الجزئى للمجموعات الكحولية (Alcoholic groups) وتحولها الى مجموعات الدهيدية ٠

ولقد عين التغير فى محتوى الورق من المجموعات الألدهيدية بأكسدة مجموعات الألدهيد باستخدام محلول ٠٣ر عيارى من اليود

(0. 03N) فى وسط قاعدى ضعيف ، وهو محلول ٠٫٠٥ عيارى من البوراكس (0.05 N) ٠

وقد ثبت أن عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق تتسبب فى زيادة كبيرة فى محتوى الورق من المجموعات الألدهيدية ٠

مدى تكسر جزيئات السليولوز :

The extent of degredation of cellulose macro-molecules

مما لا شك فيه أن الخواص الميكانيكية للورق تعتمد على التركيب البنائى لألياف السليولوز ودرجة بلمرتها ٠٠ وقد ثبت أنه كلما نقص الوزن الجزيئى لجزيئات السليولوز كلما نقصت القوة الميكانيكية لألياف السليولوز ٠

ولما كان السليولوز من حيث تركيبه التجزيئى (Fractional composition) يحتوى على أجزاء أو جزيئات تختلف فى درجة التبلمر فان قابليته للذوبان فى محلول من هيدروكسيد الصوديوم ذو تركيز معين وفى درجة حرارة معينة أيضا سوف تزداد بزيادة محتوى السليولوز من الأجزاء (Fractions) ذات درجة التبلمر المنخفضة ٠٠ وعلى ذلك يمكن القول بأن زيادة ذوبان السليولوز فى محلول هيدروكسيد الصوديوم سوف تشير الى التغيرات التى ترتب عليها انخفاض درجة بلمرة جزيئات السليولوز ٠

ولقد أجريت تجربة على عينة موزونة من الورق المصنوع من السليولوز الخالص ـ بعد أن أجريت عليها عملية اسراع صناعى فى القدم ، وبعد أن استخرجت منها المواد الرابطة بواسطة مذيب الداى كلورو ايثان (Dichloro ethane) باستخدام جهاز سوكسليت (Soxhlet apparatus) بأن عولجت بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم نسبة تركيزه ٤ر٧٪ عند درجة حرارة ٢٠ درجة م ولمدة ساعة ٠٠ وبعد أن رشح المحلول الناتج غسلت عينة الورق بمحلول من حمض الخليك نسبة تركيزه ٥٪ ثم بالماء المقطر ، ثم جففت ووزنت ٠٠ وأمكن بذلك تعيين نسبة السليولوز الذى ذاب بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم ٠

ولقد ثبت من هذه التجربة أن عملية الاسراع الصناعى فى قدم الورق قد سببت زيادة فى معدل ذوبان السليولوز ٠٠ وهذا يعنى تكسر جزئيات السليولوز (Cellulose macromolecules) وتحولها الى أجزاء

(Fractions) أبسط وأقل فى درجة البلمرة ٠٠ وقد ثبت كذلك ان معدل نسبة ذوبان السليولوز فى محلول هيدروكسيد الصوديوم تزيد اذا ما أجريت عمليات الاسراع الصناعى فى جو ذو رطوبة نسبية عالية (٧٠٪) وتقل اذا ما أجريت عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق فى جو جاف ٠

وفى نهاية الحديث عن طريق فحص الورق أرجو أن أشير الى عدة أمور هامة يجب أخذها فى الاعتبار عند تناول الورق بالفحص وهى :

أولا : يجب أن تجرى الفحوص القياسية على عينات مأخوذة من ورق مصنوع من السليولوز الخالص أو من الألياف السليولوزية المنقاة على أقل تقدير حتى يمكن تبسيط عملية استخلاص النتائج وتفسيرها ٠٠ وهى العملية التى يطلق عليها بالانجليزية اسم :
(Analysis and Interpretation of results)

ثانيا : يجب الاهتمام بقياسات مدى تحمل الورق للطى ومدى قابليته للشد أو المط كما يجب الاهتمام أيضا بعملية تعيين الرقم النحاسى للورق وتعيين محتواه من المجموعات الكربوكسيلية والميزوكسيلية وقياسات درجة حموضة الورق لأنها أكثر من غيرها تعبيرا عن حالة الورق ومدى تعرضه للتلف ٠

ثالثا : عندما يراد تحديد أنماط التلف (deterioration pattern)

التى تحدث للورق عند تعرضه للرطوبة والحرارة والضوء والشوائب الغازية الحمضية الموجودة فى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية عن طريق عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق لابد أن تجرى التجارب على أنواع من الورق محددة النوعية والمواصفات وأن تقارن نتائج فحص الخواص الفيزيوميكانيكية والخواص الكيميائية والطبيعية لعينات الورق التى أجريت لها عمليات الاسراع الصناعى فى القدم مع نتائج فحص هذه الخواص جميعها لعينات الورق المماثلة التى لم يجر لها عمليات اسراع صناعى فى القدم ٠٠ وهذه العينات من الورق تسمى عادة بالعينات القياسية ٠٠ أى العينات التى يقاس عليها التلف الذى تعرضت له عينات الورق التى جرى اختبارها ٠

طرق فحص البردى

يذكر الفريد لوكاس فى كتابه (المواد والصناعات عند قدماء المصريين) الذى نقله الى العربية الدكتور/ زكى اسكندر والمرحوم محمد

زكريا غنيم أن نبات البردى ينتمى الى العائلة السعدية التى كانت تنمو فى أحد الأوقات بكثرة فى مستنقعات الوجه البحرى ، ولكنها الآن لا تنمو فيها ، غير أنها لا تزال تنمو فى مستنقعات السودان ٠٠ ويذكر أن المصريين القدماء قد استخدموا نبات البردى فى صناعة الحبال والسلاسل وبعض الأوعيــة التى تشـــبه الصـــناديق ، وقد ذكر هــذا كل من هيرودوت وثيوفراستوس وبلينى ٠٠ على أن قيمة البردى الأساسية كانت لصنع صحائف للكتابة عليها كانت هى الأصل الأول للورق الحديث ٠٠ ومن كلمة (Papyrus) الدالة على البردى اشتق الاسم الأفرنجى (paper) للورق ٠

ويذكر ألفريد لوكاس أنه فحص عينات نبات البردى التى أحضرت له من السودان فوجد أن طولها يتراوح بين سبعة أقدام وعشرة أقدام ، ولا يدخل فى هذا الطول الجزء العلوى الذى يحمل الزهور ، كما وجد أن أقصى مقاس لقطرها هو بوصة ونصف بوصة تقريبا (١ر٤ بوصة) ٠٠ وساق نبات البردى ذات قطاع مثلث وتتكون من جزئين فقط : قشرة صلبة رفيعة ولب داخلى خلوى التركيب ، وهذا اللب هو ما استخدم فى صنع ورق البردى ٠

وكما يذكر لوكاس فقد شرح بلينى طريقة صنع هذا الورق ، فذكر أن الساق كانت تقطع الى سلخانات رفيعة توضع صفوفا بعضها بجانب بعض على خــوان ، ثم توضع فوقهــا متعامدة عليها مجموعة أخــرى من سلخات مماثلة ثم تبلل هذه الشرائح بماء النيل ، ثم تضغط وتجفف فى الشمس ٠

وقد صنع بروس عدة قطع من ورق البردى فى كل من الحبشــة ومصر ويصف هذه القطع كما جاء فى كتاب لوكاس ، بقوله : « ان بعضها بديع » ولكنه يعدل هذا الوصف بعد ذلك فيذكر أنه « حتى أفضل هذه القطع كانت دائما سميكة وثقيلة وتجف بسرعة كبيرة جدا ، ثم تصــير صلبة تنثنى ، ولا تكون بيضاء أبدا » ويعلق لوكاس على ذلك بقوله : « ان بيان بروس كبيان بلينى غير مرض فيما يختص بهل تنزع القشرة أم لا قبل أن يشقق البردى الى شرائح ، غير أنه يبدو أنها لا تنزع » ٠٠

ويرى بروس أن السكر والحلاوة الموجودة فى عصارة نبات البردى هى المادة التى تسبب التصاق الشرائح ٠

وقد نجح باتسكوم جن (Battiscombe Gunn) فى صنع ورق بردى فاخر معروض الآن فى المتحف المصرى ، وذلك حسب الطريقة التى وضعتها الآنسة بركنز (Miss E. Perkins) وقد نجح لوكاس فى أن يصنع ورق

بردى مماثلا لما أنتجه باتسكوم جن باتباع نفس الطريقة التى يلخصها لوكاس بقوله : تقطع سيقان نبات البردى وهى خضراء نضرة الى أطوال يسهل تناولها ثم تنزع القشرة الخارجية ويشقق اللب الداخلى الى سلخات سميكة ، وذلك بعمل حزوز فى أحـــد الطرفين بواسطة سكين ثم تنزع السلخات ، وليس من الضرورى أن تكون لها ذات سمك واحد تماما ثم يؤتى بقماش يمتص الماء ويوضع على خوان ، وترتب عليه هذه السلخات بحيث تكون متوازية ومتداخلة بعضها ببعض ، ثم توضع فوقها وعمودية عليها مجموعة أخرى مفرداتها هى الأخرى متداخلة قليلا ، وتغطى الطبقتان بقطعة من القماش الماص ، ثم يدق عليهما لمدة ساعة أو ساعتين بقطعة كروية من الحجر يمكن حملها فى اليد بسهولة أو بمدقة خشبية وأخيرا يوضع الورق النــاتج فى مكبس صغير لبضع ساعات أو طول الليل ، فتلتحم السلخات بعضها ببعض وتتماسك تماسكا شديدا ـ وذلك دون اضافة مادة لاصقة دخيلة ـ مكونة صحيفة متجانسة الأجزاء من الورق الرقيق الذى يصلح للكتابة عليه ، ويمكن تحسين سطحها بواسطة الصقل ٠

ومع أن الورق الناتج كان ذا لون أبيض تقريبا الا أنه كان للأسف مشوها بعدة بقع صغيرة ذات لون بنى فاتح ٠٠ ولا شك كما يقول لوكاس أنه كان فى الامكان تفادى وجود مثل هذه البقع اذا اتخذت الاحتياطات الخاصـــة ٠

ويمكن ترقيع أى ثقوب أو أجزاء رقيقة فى ورق البردى قبل كبسه وتجفيفه ، وذلك بوضع قطعة صغيرة من لب نبات البردى الغض فى المكان المعطوب ثم دقها حتى تندمج مع باقى أجزاء الصحيفة ٠

ولا يعرف بالضبط التاريخ الذى بدأ فيه صنع ورق البردى ، غير أنه توجـد بالمتحف المصرى وثائق صغيرة من البردى يرجع تاريخها الى الأسرتين الخامسة والسادسة ، وعلاوة على ذلك فقد عثر على ملف صغير غير مكتوب فى مقبرة حماكا من الأسرة الأولى ٠

ومما لا شك فيه أن صناعة أوراق البردى التى حذقها وبرع فيها المصرى القديم قد توارثتها الأجيال واستمرت فى جميع مراحل التاريخ المصرى وحتى العصر الاسلامى والى أن انتشرت صناعة الورق الحـديث وأزاحت البــردى من مكانته المرموقة التى احتلهـا عبر مراحـل التطور الحضـــارى ٠

وفيما يختص بالأحبار التى استخدمت فى مصر القديمة ، فقد ذكر ألفريد لوكاس فى كتابه « المواد والصناعات عند قدماء المصريين » أن المداد كان على هيئة أقراص صغيرة من المادة الجامدة تشابه ، فيما عدا الشكل ،

قطع الألوان المائية الحديثة وكان بصفة عامة من نوعين : أحمر وأسود ، وإن كانت توجد أحيانا ألوان أخرى على لوحة من لوحات الكتابة ، ولكن هذه الألوان كانت مما يستخدمه المصور في رسم المناظر لا الكاتب في التدوين • وقد وجدت في مقبرة توت عنخ آمون واحدة من هذه اللوحات تحمل إسم مرت آتن وكان عليها في الأصل ستة ألوان ، تبقى منها خمسة وهي الأسود والأخضر والأحمر والأبيض والأصفر ، أما اللون السادس ويكاد يكون من المحقق أنه أزرق فغير موجود •

ومن المحتمل أنه كان يتم صنع أقراص الألوان بسحق مادة الألوان سحقا ناعما يليه مزجها بالصمغ والماء ثم تجفيفها ، وكانت طريقة استعمالها كما يذكر لوكاس ، هي نفس الطريقة المتبعة في التصوير بالألوان المائية الحديثة ، فكان القلم يغمس في الماء ثم يحك على قرص المداد •

وكتب جار ستانج عن اللونين الأسود والأحمر اللذين وجدا على لوح كتابة من عصر الدولة الوسطى ، فقرر أنهما على التوالي كربون ومغرة حمراء •• وتبين لورى أن الألوان الموجودة على لوح مصري يرجع تاريخه الى نحو سنة ٤٠٠ ق•م تتألف على التوالي من فحم خشب ومغرة حمراء وجص والمادة الزجاجية المصرية الزرقاء والأكسيد الأصفر للرصاص •

ووجد هيس في طيبة قطاعات من بوص غليظ ترجع الى الأسرة الثامنة عشرة وتحتوي على كربون كان يستعمل في صنع المداد •• وفحص بارتو الألوان التي وجدت على بعض ألواح مصرية للكتابة ، وهي لسوء الحظ غير محددة التاريخ وان كان بعضها من عصر متأخر جدا كما يتبين من نتائج الفحص ، وقد وجد أن اللون الأبيض كربونات كلسيوم في بعض الحالات وكربونات مغنسيوم في حالات أخرى ، وأن اللون الأحمر بعضه مغرة حمراء والبعض الآخر أكسيد الرصاص الأحمر (سلاقون) ، وأن اللون البني من الهيماتيت وهو أكسيد من أكاسيد الحديد ، وكان اللون الأصفر مغرة صفراء تحتوي في بعض الحالات على كبريتات كلسيوم ، وكتب عن اللون الأخضر ، كما يقول لوكاس ، أنه زجاج مسحوق ، وعن الأزرق أنه المادة الزجاجية المصرية القديمة •• ويعلق لوكاس على ذلك بقوله : ولما كان استعمال السلاقون في مصر قبل العصور الرومانية بعيد الاحتمال جدا ، فان هذا المثال هو على الأرجح من عصر متأخر جدا •• أما كبريتات الكلسيوم التي وجدت مع المغرة الصفراء فيحتمل أن تكون مادة غريبة موجودة طبيعيا ، ويحتمل أن يكون اللون الأخضر المقول بأنه زجاج هو المادة الزجاجية الخضراء المصرية المشهورة •• وكان اللون الأسود كربونا •

ويذكر ألفريد لوكاس أنه قام بفحص تسعا من عينـــات الألوان المأخوذة من ألواح الكتابة ، احداها بيضاء من عصر الدولة القديمة ، وقد وجد أنها كربونات كلسيوم ، والثمـــان عينات الأخرى من عهد الأسرة الثامنة عشرة ، واحدة منها بيضاء وجد أنها كبريتات كلسيوم وواحدة ذات لون أصفر فاقع كانت رهجا (كبريتور الزرنيخ) ، وثلاثا حمراء كانت كلها من المغرة الحمراء ، وثلاثا سوداء كانت كربونا .

وثم تحليل واحد ، كما يذكر لوكاس ، يمكن الرجوع اليه مما نشر من تحليلات المداد الذى كتبت به الوثائق المصرية القديمة ، وقد أجراه فيزنر وأورده فى بيانه عن برديات رينر التى وجدت بالفيوم ويرجع تاريخها الى الفترة الممتدة من القرن التاسع الى القرن الثالث عشر بعد الميلاد ، فذكر أن هـذه البرديات مكتوبة بنوعين مختلفين من المداد أحدهما مداد كربونى والآخر مداد حديدى .. وذكر شوبرت كذلك نوعين من المداد استخدما فى الكتابة على البردى أحدهما أسود والآخر بنى يرجع تاريخه الى القرن الرابع الميـلادى غير أن طبيعة هـذا النوع من المـداد لم تعين فيما يظهر ، وان كان لونه البنى ، كما يقر لوكاس ، يشير الى أنه مداد حـــديدى .

وقد فحص « كرم » عينات من مداد أسود كتب به على لخاف قبطية فوجد أنها تتكون أساسا من الكربون .. ويذكر لوكاس أنه قام بفحص عينات شتى من مداد أسود على بعض الوثائق ، وكانت تتضمن عددا كتب به على لخاف (لم يحدد تاريخها) ، وعددا حررت به برديات يمتد تاريخها من العصور الرومانية الى القرن التاسع الميلادى ، فكانت كلها من الكربون ، وعددا حررت به عدة وثائق من الرق يرجع تاريخها الى الفترة الممتدة من القرن السابع الى القرن الثانى عشر بعد الميلاد ، وكان المداد فى جميع هذه الحالات أحد مركبات الحديد .

ويقرر لوكاس أن الكربون المستخدم فى صنع المداد كان هو السناج فى معظم الأحوال ، وكان يكشط من أوعية الطبخ فى الغالب ، ولو أنه كان يجهز فى بعض الأحيان لهذا الغرض خاصة .. ويشذ عن هذا فحم الخشب الذى وجده لورى .

وثمة طريقة لاعـداد مداد الكربون الذى يستعمل فى كتابة الكتب الدينية ، يقول لوكاس أن أحد كهنة الكنيسة القبطية قد تكرم وأطلعه عليها ، وبيانها كالآتى : توضع كمية من البخور على الأرض ومن حولها ثلاثة أحجار أو قوالب طوب ، ويسند اليها صفحة فخارية بحيث يكون قعرها الى أعلى ، وتغطى بقطعة مبتلة من القماش ثم يشعل البخور ، فيرسب

ما يتكون من البخور على الصفحة ، فيؤخذ ويمزج بالصمغ العربى والماء ، ويتكون بذلك المداد المطلوب .. ويذكر لوكاس أيضا أنه يوجد بدار الكتب فى القاهرة كتاب عربى قديم يحتوى على وصفه لتركيب ما سمى بالمداد الفارسى ، وهذا الكتاب غفل من إسم واضعه وتاريخ كتابته .. أما الوصفة ، وكما ذكرها لوكاس ، فبيانتها أن يؤخذ نوى البلح ويوضع فى وعاء فخارى ويسد الوعاء بسدادة من الطين ويوضع فوق النار حتى اليوم التالى ثم برفع ويترك حتى يبرد ، فيؤخذ ما فيه ليطحن وينخل ويصنع منه المداد بمزجه بالصمغ العربى والماء .. وقد علق لوكاس على هذه الوصفة بقوله : « ولكن مدادا كهذا يكون ردىء النوع محتويا على كمية قليلة جدا من الكربون الخالص » .

والكربون أقدم ما عـــرف من مواد صنع المـداد ، ويرجع تاريخ إستخدامه بمصر فى الكتابة الى عصر من العصور التى تسبق عهد الأسرة الأولى المصرية ، أى الى ما قبل سنة ٢٤٠٠ ق٠م ، فقد عثر بترى ـ كما جاء فى كتاب لوكاس ـ على (عشرات من الجرار المصنوعة من الفخار عليها كتابات بالمداد) ، وهذه الجرار من تاريخ (ربما كأن يرجع الى منتصف عهد الأسرة السابقة للملك مينا) .. وهناك أيضا أمثلة من الكتابة بالمداد الأسود مما يرجع الى عهد الأسرة الأولى بعضها على أجزاء من أوان حجرية مكسورة ، واحداها على ختم جرة ، واثنتان منها على لوحتين خشبيتين .. ويقول لوكاس أنه على الرغم من أن المداد لم يحلل فى أى من هذه الحالات، فانه مما يبعد احتماله جدا أن يكون من مادة أخرى غير الكربون .

وبعد هذه المقدمة الموجزة التى تناولنا فيها نشأة صناعة ورق البردى وأوضحنا فيها بعض الطرق التى حاول بها بعض الدارسين عمل ورق بردى بقصد الوقوف على الطريقة التى استطاع بها المصرى القديم انتاج بردياته التى سجل بها سبقا حضاريا ستظل البشرية مدينة له ولمصر بفضله ، والتى تناولنا فيها أيضا نشأة المداد ونوعياته وتطور استخدامه والطرق التى تصورها الدارسون لصناعته قديما ، نقول : أن أوراق البردى مادة بسيطة التكوين تتركب أساسا من السليولوز وبقايا طفيفة من عصارات نبات البردى التى تتكون بصفة أساسية من قليل من الأملاح والسكريات وقليل من المواد النشوية والمواد الدابغة .. وهذا التركيب البسيط أو هذه الخاصية هى التى مكنت أوراق البردى من البقاء وأعطتها القدرة على مقاومة عوامل التلف .

وفيما يختص بالمداد الذى استخدم عبر آلاف السنين ، منــذ عصر ما قبل الأسرات وحتى القرن الثالث عشر بعد الميلاد ، نقول بانه هو الآخر يتميز ببساطة تركيبه وقلة نوعياته وبأنه صنع هو الآخر من مواد طبيعية

غير نشطة كيميائيا الى حد كبير ، الأمر الذى لم يجعل منه مصدر اتلاف كبير لأوراق البردى ·

وعلى هــذا الأساس نرى الاكتفاء ببعض الاختبارات البسيطة التى يمــكن بواسطتها التعرف على مكونات أوراق البردى البسيطة والمحــدودة والحالة التى توجد عليها ·· وهذه الاختبارات سوف تساعد دون شك فى عملية اختيار المناسب من طرق ومواد العلاج والصيانة فى تهيئة ظروف الحفظ والعرض المناسبة ·· ونرى أن أهم الاختبارات التى يجب القيام بهــا هى :

١ ـ التعرف على أنواع الأحبــار المستخدمة واختبــار مدى مقاومتها للذوبان فى الماء أو المذيبات العضوية ·

٢ ـ التعرف على المواد اللاصقة المستخدمة فى تثبيت الأحبار ·

٣ ـ قياس أو تعيين تركيز أيونات الهيدروجين فى المحلول المائى الذى يمكن فى أغلب الحالات استخلاصه بسهولة وأمان من أوراق البردى·

٤ ـ التعرف على المركبــات المعــدنية المختلطة بأوراق البردى وذلك باتباع طرق الفحص الميكروسكوبى ·

٥ ـ التعرف على نوعية المواد السليولوزية المكونة لأوراق البردى والحالة التى توجد عليها ·

ولما كانت جميع هذه الاختبارات وغيرها قد ذكرت بتوسع وبتفصيل عند تناولنا لطرق فحص الورق ، فليس هناك داع لتكرار الحديث عنها ويمكن الرجوع اليها واختيار المناسب منها ·

الفصل الثانى

طرق فحص الجلود والرق

طـرق فحص الجـلود :

من الثابت الآن أن هناك علاقة مباشرة بين الكيفية أو الطريقة التى يحيا بها الحيوان والظروف التى يتواجد فيهـا وبين الخواص التركيبية للجلود الحيـة ، وذلك على أساس أن الجلود ليست فقط أغطية حامية للحيوان ولكنها تقوم أيضا بالكثير من الوظائف الحيوية الفسيولوجية ، مثال ذلك حفظ درجة حرارة الجسم وافراز مائه الزائد وحمايته من أخطار العوامل الطبيعية والبكتريولوجية الضارة ٠٠ ولو نظرنا الى الجلود ن هذه الزاوية لأدركنا الكثير من العوامل التى تتحكم فى الكيفية التى تنمو بهـا جلود الحيوانات ٠

ولقد كان للبيولوجيين والمتخصصين فى علم الأنسجة الذين قاموا بدراسة الخواص التشريحية للجلود الفضل الاكبر فى تزويدنا بالكثير من المعلومات التى استطعنا عن طريقها معرفة الكثير عن الخصائص التركيبية للجلود وبالتالى معرفة الكثير عن وظائفها الحيوية ٠

وفيما يلى سوف نورد مقطع (Cross Section) فى أحد العينـات المأخوذة من جلد الماشية (Gattle hide) وسوف نقف من خلال دراسته على المكونات الأساسية للجلد والوظائف التى يقوم بها ٠

ونجد أن الملامح السائدة فى هذا المقطع هى الحويصلات الشعرية (hair follicles) وكيفية نمو الشعر منها ٠٠ ويتضح لنا أن الشعر له

جـذر على هيئـة بصيلة مفرطحة القاع لها جراب على شـكل الكأس أو الفنجان ٠٠ وفى أثناء نمو الشعر تتغذى الحويصلة من خلال وعاء دموى صغير بينما نجد أن البروتين وغيره من المواد الموجودة فى الحويصلة تتخذ شكل خلايا تتركز فى جذور الشعر ٠٠ وفى أثناء نمو الشعر فان هذه الخلايا تتحرك نحو سطح الجلد وتصبح أكثر استطالة ٠٠ وفى الوقت الذى تصل فيه ألياف الشعر الى سطح الجلد فان هذه الخلايا تنتشر على هيئة وحدات بنائية طويلة رفيعة داخل الشعر ذاته ٠

وتتكون الأسـطح الخارجيـة للشعر من مواد بروتينيـة تتصلب بالتدريج كلما نما الشعر حتى أنها عندما تخرج من سطح الجلد من خلال الحويصلات تكتسب مظهرا صلبا محرشفا ٠

ويتكون الشعر أساسا من الكيراتين (Keratin) أى البروتين الذى يحتوى على الكبريت (Sulphur-bearing protein) وتغلف حويصلة الشعر بخيوط من الكيراتين تمتد من سطح الجلد الى الحويصلة ثم تصعد ثانية الى السطح ٠

وتسمى الطبقـة الخارجيـة من الجلد بالبشرة (Epidermis) وهى طبقة صلبة على هيئة قشور وتتميز بأنها خاملة كيميائيا ٠٠ وتنمو خلايا الجلد من تحت طبقة البشرة وتندفع الى أعلى مهيأة نموا جديدا يحمى الطبقات الخارجية من الجلد ٠٠ ويوجد فى منتصف الطريق من الطبقة الخارجية للجلد الى حويصلات الشعر أنابيب (Ducts) تخرج من الغدد الشحمية (Sebaceous gland) وهذه الغدد عبارة عن غدد تفرز المواد الدهنية التى تقوم بتوصيلها القنوات المتجهة الى الحويصلات ثم الى الشعر نفسه وكذلك الى السطح الخارجى للجلد ٠٠

ونجد أن هذه الغدد توجد بكثرة فى جلود الحيوانات التى تحمل فراء ثقيلة حتى تحفظ لألياف الشعر طراوتها ٠٠ وبالاضافة الى هذه الوظيفة نجد أن الغدد الشحمية تقوم بوظيفة حيوية أخرى وهى حفظ درجة حرارة الدم فى الكثير من الحيـوانات ذات الدماء الدافئة ٠٠ وبجانب الغـدد الشحمية يوجد بالجلد نوع آخر من الغدد يطلق عليه اسم الغدد العرقية (Sudoriferous or Sweat glands) وهى الغـدد التى يتخلص الجسم بواسطتها من الماء الزائد فى الأنسجة وكذلك من فضلات الجسم الضارة كالأملاح وغيرها ٠٠ ويتم ذلك عن طريق المسام الموجودة بالجلد ٠٠ ويترتب على تبخر العرق الذى تفرزه هذه الغدد انخفاض درجة حرارة الجسم ٠٠ ونجد أن هناك توازنا دقيقا بين عمل الغدد الشحمية والغدد

العرقية بحيث يؤدى الى ثبات درجة حرارة الجسم ، وهو احتياج حيوي على أكبر قدر من الأهمية ٠

ونجد أن التركيب البنائى لألياف الشعر بالقرب من سطح الجلد يتميز بنمط وثيق الصلة بدرجة انحدار أو ميل الحويصلات الشعرية ٠٠ كما نجد أن هذا التركيب البنائى فى هذه الطبقة السطحية من الجلد يتميز بدقته وانتظامه بينما نجد أنه فى الطبقة الجلدية التى تقع أسفل جذور الشعر يتحول الى تركيب عشوائى غير منتظم الى حد كبير ، ونجد أن زاوية النسج (Angle of Weave) الخاصة به تكون فى حدود ٤٥ درجة ٠٠ ونلاحظ هنا أن التركيب البنائى للألياف يتميز بأنه كثيف وثقيل وذو عقد (Tangled) وبالقرب من الطبقات الداخلية للجلد نجد أن الألياف تتخذ والى درجة كبيرة مسارا أفقيا موازيا للسطح الخارجى للجلد ٠

ويتميز التركيب الشبكى لألياف الكولاجين (Collagen) باحتوائه على حبيبات دقيقة على سطحه وبوجود ألياف كاملة وكثيفة فى منتصفه ٠٠ وهذه الخاصية التى يتميز بها التركيب الشبكى لألياف الكولاجين هى التى تكفل لنا امكانية تحويل الجلود الخام الى جلود مدبوغة ٠٠ ويمكن القول بأن هيئة وشكل ألياف الكولاجين هى التى تعطى للجلود المدبوغة هذه الخواص الفريدة من حيث الاستعمال والمظهر الجمالى ٠

بالاضافة الى التركيب الشبكى لألياف الكولاجين يوجد بالجلود الحية تركيب شبكى آخر من ألياف الالاسستين (Elastin) وألياف الالاسستين هذه تتميز بأنها خاملة كيميائيا وبأنها تزيد من صلابة الجلود ٠

ويوجد فى جلود الحيوانات عددا من الأعصاب ، ومن أهمها النوع الذى يطلق عليه اسم العصب الساند للألياف الشعرية (Erector Pilimuscle) وهو يتفرع من فتحة حويصلة الشعر ويسير الى أسفل بزاوية أقل ميلا أو انحدارا من زاوية ميل حويصلة الشعر ذاتها ٠٠ وهذا العصب هو الذى يسبب انتصاب الشعر فى لحظات الخطر ، الأمر الذى يجعل الحيوان أكثر انتباها وحذرا لمجابهة هذا الخطر ، وبالاضافة الى ذلك فانه يزيد من قوة ابصار الحيوان فى لحظات الخطر

هذه ٠٠ وقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا الموضوع وجود دلائل كثيرة تشير الى أن الشد الذى يحدث فى هذا العصب يسبب قيام الغدة الشحمية (Sebaceous gland) بافراز كمية أكبر من المواد الدهنية ٠٠ وهذا التصرف التلقائى هو جزء من التفاعلات الفسيولوجية التى تصاحب شعور الحيوان بالألم ٠

وتوجد تحت سطح الجلد مجموعة أخرى من الأعصاب تتخذ مسارا موازيا لسطح الجلد وتمتد من منطقة بالقرب من الكتفين على هيئة وحدات مروحية واسعة (Wide fan type patterns) حتى تصل الى الأرجل الخلفية ٠

والواقع أن الأعصاب ليست لها أهمية فى الجلود المدبوغة ولذلك فانه يجب ازالتها أثناء عمليات تصنيع الجلود المدبوغة ٠

وتستخدم الفراغات الموجودة بين حزم الكولاجين فى تخزين المواد الغـذائية الزائدة على هيئـــة دهون ٠٠ وتنقسم الدهون فى الجلود الى قسمين :

القسم الأول : يقوم بوظائف فسيولوجية حيث يستخدم فى عملية تشحيم الشعر وفى حفظ درجة حرارة الجسم ٠

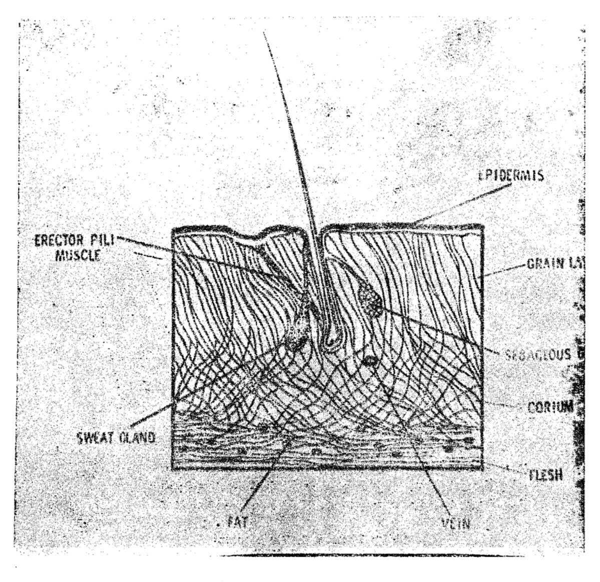
القسم الثانى : فيقوم بدوره كمخزون للمواد الغذائية ٠

وفى فصل الربيع وعندما تتخلص الحيوانات من فرائها الثقيلة فان الشعر يتساقط من جـذوره وينمو شعر جديد من نفس الحويصلة ويترتب على هذه العملية أن تتكرر بصفة دورية فى فصول السنة المختلفة تغيرات كبيرة فى التركيب البنائى للشعر ، الأمر الذى يترتب عليه حدوث تغير فى نوعية الجلود المدبوغة ٠

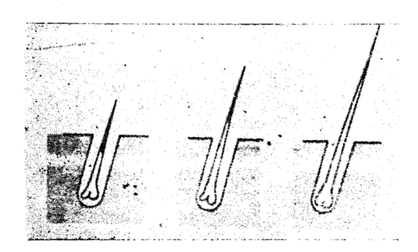
وتحتوى الجلود أيضـا على نظام كامل من الشرايين والعروق ٠٠ ويمكن أن نفرق بسهولة بين الشرايين والعروق ، فالشرايين قد بنيت على أساس أنها تتحمل ضغط الدم العالى ولهذا فهى مبطنة بطبقة دهنية ٠

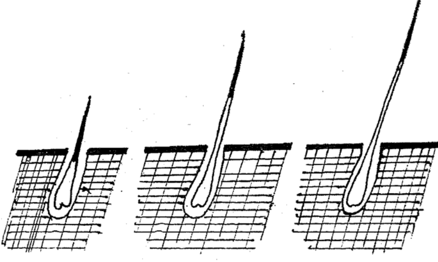
البشرة
العصب السائد للشعر
الغدة العرقية
مواد دهنية
طبقة الحبيبات
الغدة الشحمية
عرق
الغشاء الجلدى

«مقطع فى جلد بقرى تظهر فيه المكونات الأساسية للجلد»
(After Thomas C, Thorstensen)



« مقطع يوضح التركيب البنائي لجلود الحيوانات »
(After Brit. Leather Mfrs. Research Assn.)





رسم يوضح النمط التقليدى لنمو الشعر فى جـــلد البقر وغيـــره من الحيوانات ذات الدماء الدافئة ٠٠ وينمو الشعر الجديد فى الحويصلة بجذور كاملة النمو ٠٠ مع ملاحظة أن النمو الجديد للشعر يحدث فى قـــاع الحويصلة ٠

(After Thomas C. Thorstensen)

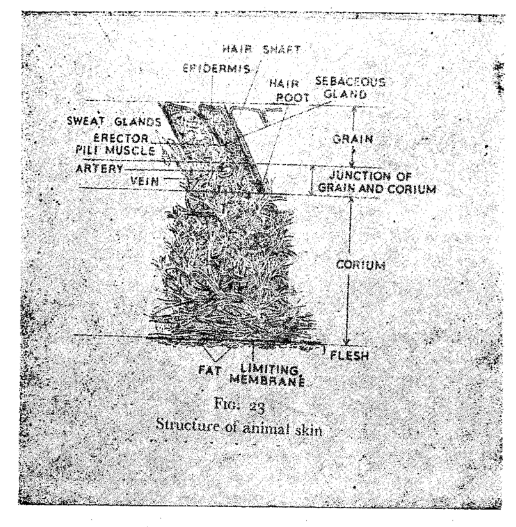


FIG. 23
Structure of animal skin

« التركيب البنائى لجلود الحيوانات »

(After Brit. Leather Mfrs. Research Assn.)

وبعد هذه المقدمة الموجزة التى تناولنا فيها الخصائص التشريحية للجنود والوظائف الفسيولوجيــة لمكوناتهــا ومدى تأثر البنــاء التركيبى للألياف بهذه الخصائص والوظائف نستطيع الآن مواصلة الحديث عن فحص الجنود المدبوغة · وسوف نكتفى بالحديث عن الفحص الميكروسكوبى وعن تعيين قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH. Value) وذلك على أساس أنهما أهم وأيسر وسائل الفحص التى يستطيع المرمم أو المعالج على أساسها الوقوف على نوعية وحالة الجلود وتقرير ما يلزم لها من ترميم وعلاج ·

اولا ــ الفحص الميكروسكوبى :

سبق أن أوضحنا وجود علاقة مباشرة بين الكيفية أو الطريقة التى يعيش بها الحيوان والظروف التى يتواجد فيها وبين الخواص التركيبية أو البنائية للجلود الحيــة ·· ونزيد على ذلك بأن نقول أن الدراســات الحديثة قد أثبتت وجود علاقة مبــاشرة بين هذه الخصائص وبين نوع الحيوان وجنسه وظروف معيشته وطعامه ·· ومن هذا يمكن القول بأنه يمكن لنا بالفحص الميكروسكوبى لشرائح الجلود أن نفرق بين أنواعهــا المختلفة اذا ما عرفنا الخصــائص التى تميز كل واحــد منها ·· وهــذا ما سوف نتناوله بالحديث ·

جــلود الماشــية : (Cattle hide)

فى حالة الماشية يقــوم كل من الشــعر والجلد بوظيفة الحمــاية للحيوان ·· ونجد أن ألياف الجلد تكون أثقل فى منطقة الظهر عنها فى منطقة البطن ، وكذلك الشعر فانه يكون أطول فى منطقة الظهر عنه فى منطقة البطن ·

ومن ناحية أخرى توجد فروق جوهرية بين جلود الماشية التى تربى بغرض الاستفادة من لحومها (beef cattle) وبين جلود الماشية التى تربى بغرض الاستفادة من ألبانها (dairy cattle) وذلك لاختلاف نوعية العلف الذى يقدم لكل منهما ، فعلف الماشية التى تربى بغرض الاستفادة من لحومها يكون عادة غنياً بالبروتين ، بالاضافة الى ذلك فان تسمين الماشية للاستفادة من لحومها ينتج عنه ترسب كميــة كبيرة من الدهون فى جلودها ، الأمر الذى يترتب عليه حدوث تغيرات ملحوظة فى كيفية ترتيب ألياف الجلد (Change in fiber orientation) اذ نلاحظ وجود خلل فى ترتيب ألياف الجلد الرأسية نتيجة لترسب كتل الدهون فى الجلد ·

ولما كانت الماشية التى تربى بقصد الاستفادة من ألبانها تعيش عادة فى حظائر تحت ظروف غير متقلبة الى حد كبير ويقدم لها العلف الغنى بالمواد التى تجعلها تدر كمية كبيرة من اللبن ، فان جلودها تختلف عن جلود الماشية التى تربى بغرض الاستفادة من لحومها ، ونجد أن جلودها تتميز بأنها أقل سمكا وأكثر انبساطا وأقل احتواء على الدهون وشعرها أقل طولا . (أنظر صور الشرائح الميكروسكوبية) ..

جـلود العجول : (Calf skin)

تذبح العجول الذكر اللبانى بعد مرور شهرين أو أكثر من ولادتها ، ولما كانت جلود الماشية ، بطبيعة الحال ، هى جلود العجول اليافعة فاننا لابد أن نتوقع وجود علاقة بينهما .. ولهذا السبب فاننا نجد أن عدد حويصلات الشعر (Hair follicle) فى كل منهما واحدا ، وأن الاختلاف الرئيسى بينهما من وجهة النظر البنائية (Structural Point of View) هو فى دقة حبيبات جلود العجول .

ولما كانت حويصلات الشعر فى جلد العجول أصغر كثيرا من مثيلاتها فى جلد الماشـــية وأكثـر التصـــاقا ، ولمـا كانت حـــزم الكولاجـين (Collagen bundles) أصغر من مثيلاتها فى جلود الماشية ، فاننا نجد أن جلد العجول يتميز بتركيبه البنائى الدقيق .. وهذه الخاصية تجعل جلد العجول أكثر صلاحية لانتاج الجلود الفاخرة (أنظر صـــور الشرائح الميكروسكوبية) .

جـلود الأغنـــام : (Sheep skin)

من الأهداف الرئيسية لتربية الأغنام الاستفادة من صوفها ، ولهذا نجد أن المربين يقدمون لها الأعلاف التى تساعد على نمو الصوف وتحسين نوعيته .. ولما كان الصوف يشكل فى الواقع الوقاية الرئيسية للأغنام ، فاننا نجد أن الجلود فى هذه الحالة تقوم أساسا بدور الأرضية التى ينمو منها الصوف وتضاءل دورها فى عملية الوقاية ، ولذلك فاننا نجـد عند فحص مقطع جلود الأغنـام وجـود عـدد كبير جـــدا من غـدد الدهون (Fat glands) التى تستخدم افرازاتها الدهنية فى تشحيم أو تطرية الصـــوف .

وتتميز جلود الأغنام بأنها متسامية جدا وبأنها لا تحتوى على كثير من الياف الجلد البنائية (Structural fibers) ويترتب على نقص الياف الجلد البنائية ووجود عدد كبير من غدد الدهون فى طبقة الجلد الواقعة

نسق جذور الشعر حدوث ضعف طبيعى فى هذه المناطق (أنظر صور الشرائح الميكروسكوبية) ٠

جـلود المـاعز : (Goat skin)

الماعز حيوان يعيش فى المناطق الاستوائية ٠٠ ويقوم كل من الشعر والجلد بوظيفة الحماية لهذا الحيوان ٠٠ واذا ما عقدنا مقارنة بين جلود الماعز وجلود الأغنام فسوف نجـد أن جلود الماعز تفضل جلود الأغنـام لاحتوائها على تركيب بنائى متماسك ومتميز من ألياف الجلد ٠

ولتميز جلود الماعز بتركيب بنائى متماسك فانها أكثر قابلية للبقاء (durable) ولهذا تستخدم فى صناعة أفخر أنواع الجلود المدبوغة ٠ (أنظر صورة الشرائح الميكروسكوبية)

جـلود الخنـازير : (pig skin)

من الثابت أن جلود الخنازير تتوافق تماما مع الكيفية التى تعيش بها الخنـازير ٠ وتكتسى جلود الخنازير بكميـة قلية من الشعر ويتميز تركيبها البنائى بصلابته وتماسكه واحتوائه على كمية كبيرة من الدهون٠٠ وشعر الخنزير هو الآخر يتميز بصلابته النسبية وبوجوده على هيئـة خصلات (Clumps) ونجد أن قاع حويصلات الشعر يقع بالقرب من السـطح السفلى للجلد ٠٠ وعلى ذلك تتميز جلود الخنـازير بمساميتها وباحتوائها على ثقوب نافذة فى طبقات الجلد المختلفة وذلك بسبب وجود حويصلات الشعر بالقرب من السطح السفلى للجلد ٠ (أنظر صورة الشرائح الميكروسكوبية) ٠

جـلود الخيـل : (Horse Hide)

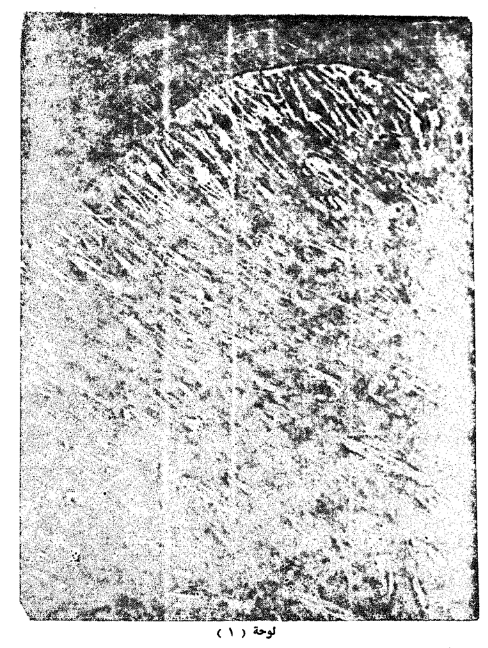
يقسم جلد الحصان عادة الى جزئين متمايزين ، الجزء الأمامى من الجلد ، وهو على الرغم من كثافة الشعر به يتميز برقته النسبية وبتشابهه الى حد كبير مع جلود الماعز من حيث تميزه بتركيب بنائى متماسك من الأليـاف ٠٠ أما الجزء الخلفى من الجلد وهو الجزء الذى يغطى مؤخرة الحصان فنجد أنه أكثر سمكا ، كما أن المساحة الواقعة منه فوق قمـة مؤخرة الحصان تتميز بتركيب شبكى متضام ومتماسك من الألياف يطلق عليه اسم محارة الالية أو محارة الأرداف (Horse butt shell) ويمكن تمييز هـذه المحارة بسهولة عن طريق تركيبها البنـائى المتميز بكثافته العالية جدا ٠٠ وقد استخدم هذا الجزء من جلد الحصان فى صنع نوع مشـهور جـدا من الجلود المدبوغـة يعرف باسـم جلد الكوردوفان (Cardovan Leather) (أنظر صور الشرائح المكيروسكوبية)

جـلود الزواحف والأســماك : Reptile and fish skins

الزواحف هي حيوانات من ذوات الدم البارد ، ويترتب على هذا أن جلودها ليست لها خاصية حفظ الحرارة (Thermostatic function) وعلى ذلك فهي خالية من الشعر والغدد الشحمية ٠٠ وتقوم الحراشيف التي تغطي أجسادها بوظيفة الشعر في الحيوانات ذوات الدم الساخن . كما أن هذه الحراشيف ـ كما أثبت المتخصصون في علم الأنسجة ـ تقوم أيضا بوظيفة الحماية لهذا النوع من الحيوانات ٠

وجلود الأسماك لها نظام بنائي خاص يتوافق مع ظروف معيشتها في الماء الذي يقــوم بوظيفة حمايتها ، الأمر الذي يترتب عليه اختــلاف تركيب أليافها البنائي عن التركيب البنــائي لجلود الحيــات والسحالي مثـــلا ٠

وفيما يختص بجلد كلب البحر ولكونه يحمل حراشيف صغيرة فاننا نجد أنه مغطى بطبقة سطحية خاملة يطلق عليها اسم الشاجرين (Shagreen) تقوم بوظيفة حمايته ٠ (أنظر صور الشرائح الميكروسكوبية) ٠



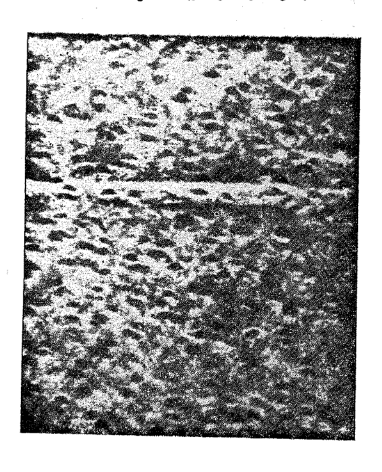
لوحة (١)

صورة لشريحة ميكروسكوبية اخذت من عينة من جلود الماشية · وقد نزع الشعر من الجلد بفعل انواع خاصة من الأنزيمات وازيل الشعر من طبقة الكيراتين
(Keratin layer)
وتظهر فى الصورة جذور الشعر والتركيب البنائى لطبقة الكيراتين المتجهة الى حويصلة الشعر كما تظهر أيضا بعض الغدد الشحمية متصلة بجذور الشعر ·

صورت بمعرفة
Councit Laboratory
Courtesy tanners

لوحـة (٢)

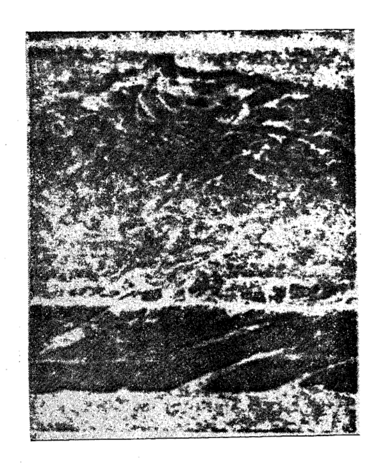
مجموعة صور لشرائح ميكروسكوبية جهزت من جلود الثيران ٠٠ ولما كان مقصودا بها الدراسة المقارنة، فقد اخذت عينات الجلود من طبقات الجلد السطحية والداخلية ، كما اخذت من حيوانات ذات أعمار مختلفة ، أى من العجول ومن الثيران ٠٠ وقد جهزت الشرائح بحيث تمثل المقطع (cross section) وسطح طبقة سطحية من الجلد ٠٠ ويتضح من المقارنة ان جلد العجول يتميز بحبيباته الدقيقة ويتقارب حويصلات الشعر
(close hair fallicle pattlern)
حتى تتناسب مع حبيباته الدقيقة ٠٠ ويلاحظ تشابه حجم حبيبات الجلد ونمط توزيـــع حويصلات الشعر فى الشرائح الميكروسكوبية الماخوذة من طبقات الجلد الخارجية والداخلية ، كما يلاحظ هذا التشابه فى الصور ايكروسكوبية للمقاطع ٠



لوحة ٢ (أ)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات الماخوذة من طبقة سطحية لجلد ثور صغير السن ٠٠
قوة التكبير ١٧ (17 X)

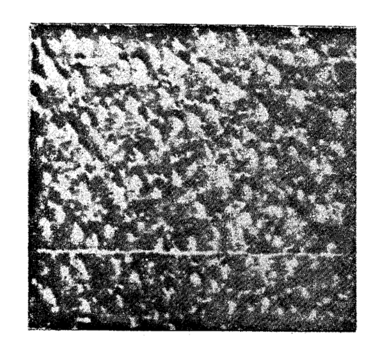
صورت بمعرفة — Courtesy tanners Council Laboratory



لوحة ٢ (ب)

صورة ميكروسكوبية لمقطع (Cross section) ماخوذ من جلد ثور صغير السن .. قوة التكبير ١٢ (x 12)

صورت بمعرفة Courtesy tanners Council Laboratory

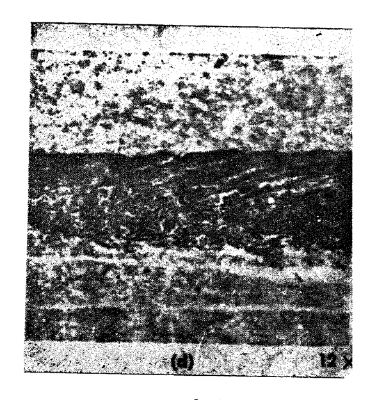


لوحة ٢ (جـ)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد عجل بقرى ذكر
قوة التكبير ١٧ (17 X)

صورت بمعرفة

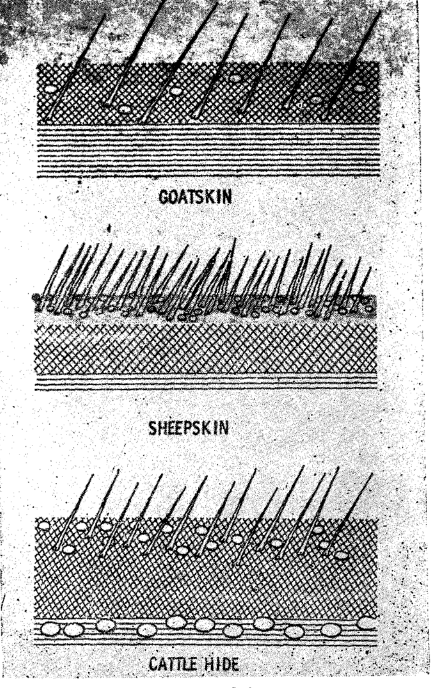
Courtesy tanners
Council Laboratory



لوحة ٢ (د)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross section)
ماخوذ من جلد عجل بقرى ذكر .. قوة التكبير ١٢ (x 12)
صورت بمعرفة

Courtesy tanners
Council Laboratory



لوحة (٣)

تمثل اختلاف التركيب البنائى لألياف الجلد تبعا لنوع الحيوان ويتضح منها الفروق الجوهرية بين التركيب البنائى لجلود الماعز وبين التركيب البنائى لجلود الأغنام والماشية .. ويتضح لنا أن جلود الماعز تحتوى على قليل من الشعر وقليل من الدهون اذا ما قورنت بجلود الأغنام وتتميز عنها بتركيبها البنائى القوى والتماسك .. ويلاحظ أن جلود الأغنام تحتوى على الكثير من الغدد الشحمية وعلى الكثير من جذور الشعر كما ان تركيبها البنائى يتميز برخاوتة . ونرى أن جلود الماشية تحتوى على الدهون بالقرب من جذور الشعر وكذلك فى الطبقة السفلى من الجلد كما نلاحظ ان تركيبها البنائى اكثر تماسكا من التركيب البنائى لجلود الأغنام واكثر رخاوة من جلود الماعز .

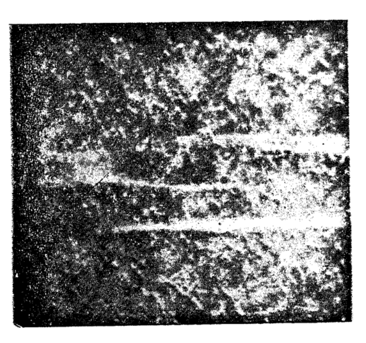
(After Thomas C. Thorstensen)

لوحـــة (٤)

مجموعة صور لشرائح ميكروسكوبية جهزت من جلود الأغنام والماعز ولما كان مقصودا بها الدراسة المقارنة فقد جهزت الشرائح بحيث تمثل المقطع (Cross section) والطبقة السطحية من الجلد .. ويتضح لنا ان الفرق بين جلود الأغنـام المنتجة للصوف وبين جلود الأغنام غير المنتجة للصوف هو فى حجم حويصلات الشعر (Hair fallicle) وفى كثافة الشعر .

ومن ناحية اخرى نجد ان جلود الأغنام المنتجة للصوف اكثر مسامية بينما جلـود الأغنام غير المنتجة للصوف اكثر تماسكا .

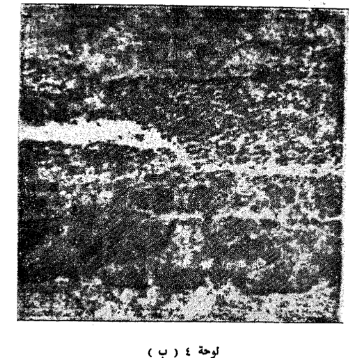
اما جلود الماعز فنجد انها تتميز بتباعد المسافات بين حويصلات شعرها وبتماســك وصلابة التركيب البنائى لأليافها .



لوحة ٤ (أ)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد الأغنام المنتجة للصوف ..
قوة التكبير ١٧ (17 X)

صورت بمعرفة Courtesy tanners



لوحة ٤ (ب)

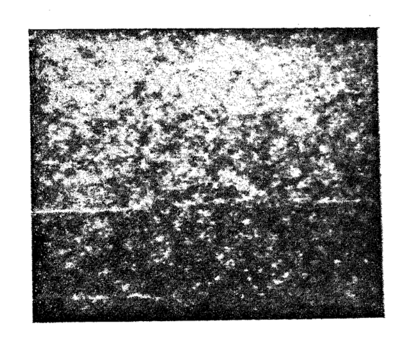
صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross section)

مأخوذ من جلد الأغنام المنتجة للصوف

قوة التكبير ١٢ (12 x)

صورت بمعرفة

Courtesy tanners
Council Laboratory



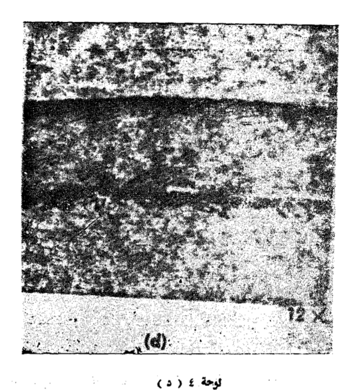
لوحة ٤ (ج)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد الأغنام غير المنتجة للصوف .

قوة التكبير ١٧ (x 17)

صورت بمعرفة

Courtesy tanners
Council Laboratory



لوحة ٤ (د)

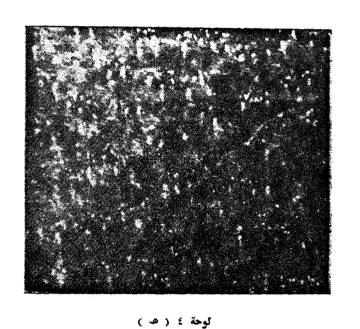
صورة ميكروسكوبية لقطع (cross section)

مأخوذ من جلد الأغنام غير المنتجة للصوف .

قوة التكبير ١٢ (x 12)

صورت بمعرفة

Courtesy tanners
Council Laboratory



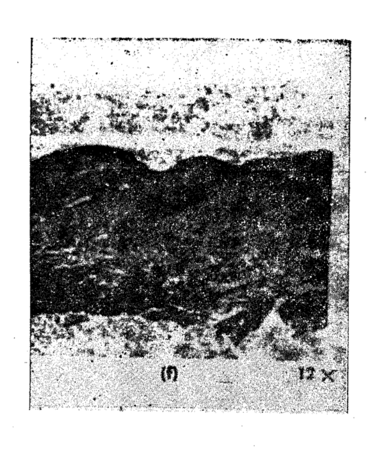
لوحة ٤ (هـ)

صورة ميكروسكوبية لاحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد الماعز ..

قوة التكبير ١٧ (17 x)

صورت بمعرفة

Courtesy tanners
Council Laboratory



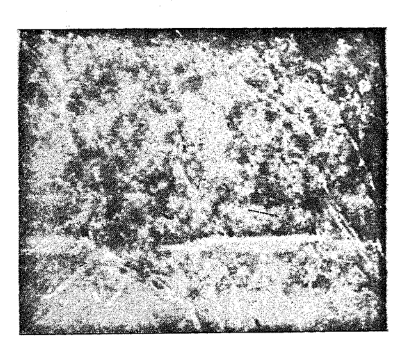
لوحة ٤ (و)

صورة ميكروسكوبية لمقطع (Cross section) ماخوذ من جلد الماعز ..
قوة لتكبير ١٢ (12 x)

صورت بمعرفة Courtesy tanners

لوحـــة (٥)

صورتين لشريحتين ميكروسكوبيتين من عينتين ماخوذتين من جلد خنزير ٠٠ ويتضح من صورة المقطع (Cross Section) ان حويصلات الشعر (Hair Follicle) تخترق جميـــع طبقات الجلد حتى تصل الى الطبقة السفلى منه ٠٠ أما صورة الشريحة الماخوذة من طبقة سطحية من الجلد فتوضح لنا حبيبات الجلد الخشنة والنمط الذى توجد عليـــه جذور الشعر ٠٠ وسوف نلاحظ أن جذور الشعر موزعة بالجلد على صورة مجموعات أو خصلات٠



لوحة ٥ (أ)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات الماخوذة من طبقة سطحية لجلد خنزير ويتضح منها حبيبات الجلد الخشنة ونمط توزيع جذور الشعر فى الجلد ٠

قوة التكبير ١٧ (X 17)

صورت بمعرفة Courtesy tanners



لوحة ٥ (ب)

صورة ميكروسكوبية لمقطع (Cross Section) مأخوذ من جلد خنزير .. ويتضح لنا من الصورة كيفية اختراق حويصلات الشعر للجلد .

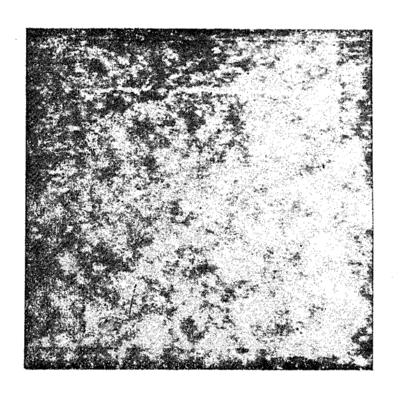
قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy tanners

صورت بمعرفة

لوحة (٦)

صورتين لشريحتين ميكروسكوبيتين ماخوذتين من الجزء الأمامي من جلد حصان ٠٠ ويتفح منهما ان التركيب البنائي لألياف الجلد يتشابه مع التركيب البنائي لألياف جلد الأغنام أو الماعز وانه يتميز بقوة تماسك اليافه ٠



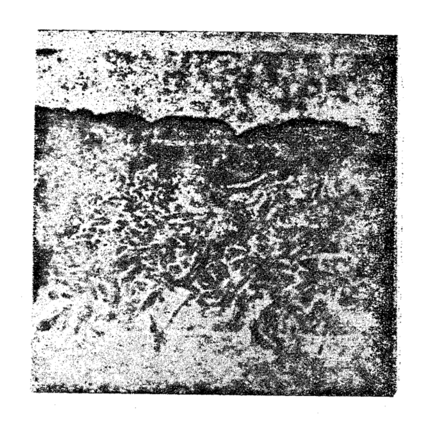
لوحة ٦ (ا)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية من الجزء الأمامي لجلد حصان ٠

قوة التكبير ١٧ (17 X)

صورت بمعرفة

Courtesy Tanners
Council Laboratory



لوحة ٦ (ب)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross Section) ماخوذ من الجزء الأمامى من جلد الحصان.

قـوة التكبير ١٢ (x 12)

صـــورت بمعرفـــــــة

Courtesy Tanners
Council Laboratory



لوحة ٧ (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية من جلد التمساح الأمريكي ويتضح منها النسيج الشبكى لألياف الجلد .

قوة التكبير ٣ (3 x)

صورت بمعرفـــــة

Courtesy Tanners
Council Laboratory



لوحة ٧ (ب)

صورة ميكروسكوبية لمقطع (Cross Section) ماخوذ من جلد التمساح الأمريكي ٠٠ ويتضح منها خلو الجلد من حويصلات الشعر والغدد الدهنية ٠

قـوة التكبير ١٢ (12 x)

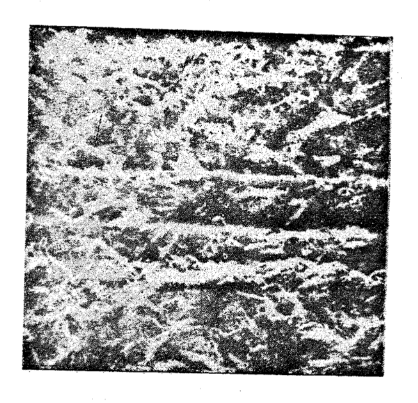
صـــورت بمعرفـــــــة

Courtesy Tanners
Council Laboratory

لوحة (٨)

مجموعة صور تمثل التغيرات التى تحدث فى التركيب البنائى لألياف الجـــلود فى المراحل المختلفة لعملية تحويل الجلود الخام الى جلود مدبوغة •

وقد اخذت العينات التى اجريت عليها الدراسة من جلد بقرى •• وتظهر من صور الشرائح الميكروسكوبية ان التركيب البنائى لجلد البقر المدبوغ وحتى بعد تشطيبه يظـل محتفظا ببعض خشونته ورخاوته •



لوحة ٨ (أ)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من سطح جلد بقرى مجهز •

قـوة التكبير ١٢ X

صـورت بمعرفـــــة

Courtesy Tanners
Council Laboratory



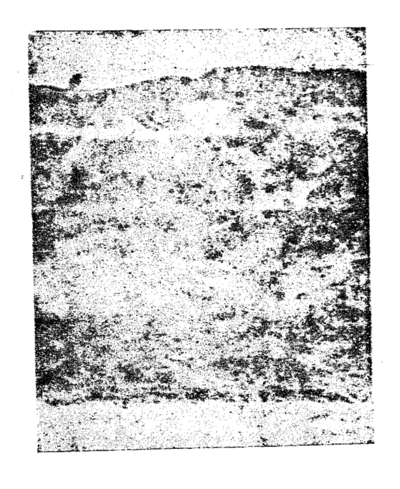
لوحة ٨ (ب)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من سطح جلد بقرى مشطب .

قوة التكبير ١٧ (17 x).

صورت بمعرفـــــة

Courtesy Tanners
Council Laboratory



لوحة ٨ (ج)

صورة ميكروسكوبية لمقطع (Cross Section) ماخوذ من الجلد البقرى المشطب الذى اخذت منه الشريحة (ب) .

قوة التكبير ١٢ (12 x)

صورت بمعرفة Courtesy Tanners Council Laboratory



لوحة ٨ (د)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross Section) مأخوذ من جلد بقرى مشطب تشطيباً نهائياً .

قوة التكبير ١٢ (x 12)

صورت بمعرفة

Courtesy Tanners
Council Laboratory

ثانيا ـ تعين قيمة الأس الهيدروجينى السالب للجلود المدبوغة :
Determination of PH. Value

تعين قيمة الأس الهيدروجينى السالب للجلود المدبوغة باحدى الطريقتين الآتيتين :

الطريقة الأولى :

وفى هذه الطريقة يقاس تركيز أيونات الهيدروجين فى المحلول المائى الذى يستخرج على البارد من الجلود المراد تعيين قيمة الأس الهيدروجينى السالب بهـا ، وهى الطريقة التى يطلق عليها بالانجليزية اسم (Cold Extraction Method)

وفى هذه الطريقة يستخدم جهاز البوتنشيوميتر فى قياس قيمة الأس الهيدروجينى السالب ٠٠ وتستخدم هذه الطريقة فقط فى الحالات التى يمكن فيها أخذ عينة من الجلود المراد فحصها ٠

الطريقة الثانية :

وفى هـذه الطريقة تعين قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH. Value) لسطح الجلود المراد فحصها دون حاجة الى أخذ عينة منها ٠٠ ولهذا يطلق عليها بالانجليزية (Direct or Surface Measurement) ولعله من المفيد أن نذكر هنا أن هذه الطريقة تستخدم أيضا فى عمليات قياس قيمة الأس الهيدروجينى السالب للورق والرق والمنسوجات وغيرها ٠٠ وتتطلب عملية تعيين قيمة الأس الهيدروجينى السالب بهذه الطريقة توفر الأجهزة والأدوات الآتية :

١ ـ جهاز قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH.. meter) ومكملاته ويفضل النوع الآتى :

E. I. L. Model 23 A. Direct reading PH meter.

E.I.L. G.F. H 33 Screened flat — headed Electrode.

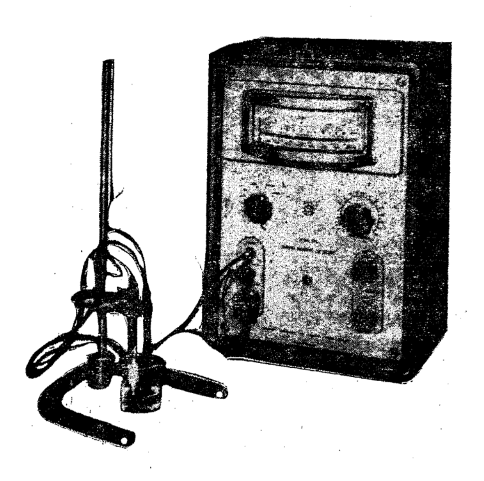
ويطلب من شركة

Baird and Tatlock, Essex, London, England.

٢ ــ لوح من الزجاج مقاس ٥٠ × ٣٥ مـم ٠

٣ ــ لوح بلاستك رغوى متعادل (Neutral foamed plastic) سمك ٢ مم ٠

٤ ــ كأسان من الزجـاج كل منهما مزود بقطـارة ومملوئين بالماء المقطر



ويجرى العمل على النحو التالى :

(أ) يغسل لوح البلاستك الرغوى جيدا بالماء المقطر ثم يعصر برفق شديد ويوضع على لوح الزجاج ٠

(ب) توضع عينة الجلد أو الرق على لوح البلاستك ثم يبلل منها جزء بالماء المقطر وبحيث تكون المساحة المبللة بالماء أكبر قليلا من مساحة

سطحى قطبى جهاز قياس قيمة الأس الهيدروجينى السالب ٠٠ ومن الضرورى أن تكون كمية الماء المقطر المستخدمة فى بلل العينة المراد تعيين قيمة أسها الهيدروجينى السالب مرة واحدة اذا احتاج الأمر الى أكثر من عملية قياس ٠

(ج) يثبت طرفى قطبى جهاز القياس على الجزء المبلل من العينة برفق شديد حتى لا يخدش سطحها ولمدة لا تقل عن دقيقة ٠

(د) تدون قيمة الأس الهيدروجينى السالب التى يسجلها الجهاز والتى يمكن قراءتها مباشرة من العداد ٠

وبهذا تتم عملية القياس٠٠وهى القيمة التى تشير الى درجة حموضة أو قلوية الجلد أو غيره ٠

طرق فحص الرق

استخدم الرق منذ أقدم الأزمنة ٠٠ ولو أنه اشتهر بصفته مادة يكتب عليها ، الا أن هذا الاستعمال لم يكن ـ كما يقول ألفريد لوكاس فى كتابه « المواد والصناعات عند قدماء المصريين » أقدم الأغراض التى استخدم فيها الرق بمصر القديمة ، بل كانت أقدم استخداماته هى تغطية دفات الطبل والعلب الصوتية فى الآلات الموسيقية الأخرى كالعود والبندير والطنبور ٠٠ وربما كان أقدم الأمثلة على ذلك من عصر الدولة الوسطى ٠

ويذكر بلينى (القرن الثانى قبل الميلاد) أن الحكام المصريين قد منعوا تصدير أوراق البردى رغبة منهم فى المحافظة على مكانة مكتبة الاسكندرية الشهيرة ٠٠ ونتيجة لذلك نجد أن أنظار أهل برجاموم Pergamum الواقعة فى آسيا الصغرى قد اتجهت الى نوع من الجلود عرف باسم دفتيرى (Defteri) وكان يستخدم للكتابة عليه فى بلاد فارس وفى بلاد اليونان وتناولوه بالتحسين وأنتجوا منه نوعا أكثر صلاحية لأغراض الكتابة ٠٠ وقد عرف هذا النوع باسم البرشمان (Parchment) نسبة الى برجاموم هذه ٠

وقد ظلت المنافسة قائمة بين أوراق البردى والبرشمان (الرق) حتى عصر الامبراطورية الرومانية ، فقد استخدم فى كتابة الوثائق الامبراطورية وفضلته السلطات الامبراطورية لمتانته ولامكانية الكتابة على وجهى الصحيفة وتصحيح الأخطاء دون أن يؤدى ذلك الى تلف صحائف الرق ٠٠ ورويدا رويدا احتل الرق المكانة المرموقة التى كانت للبردى وانتشر استخدامه فى جميع البلدان تقريبا ٠

ولقد صنع الرق فى فرنسا وفي بلاد اليونان من جلود الأغنام والماعز وجلود العجول الصغيرة الا آن أجود أنواع الرق كان يصنع فى فرنسا من جلود العجول اللبأنى التى يطلق عليها فى اللغة الفرنسية اسم (Velia) ولهذا أطلق اسم (Vellum) على أفخر أنواع الرق المستخدم فى أغراض الكتابة ٠

وكان الرق يلون فى الماضى باللونين الأبيض والبنفسجى وكان يستخدم فى الكتابة عليه الحبر المعروف باسم الحبر الهندى (Indian ink) وكذلك الذهب والفضة ٠

وفى الوقت الحاضر يصنع الرق بكميات صغيرة فى فرنسا وتشيكوسلوفاكيا وألمانيا وانجلترا حيث يستخدم فى الوثائق الحكومية الهامة وفى صناعة الآلات الموسيقية وفى تجليد الكتب ذات الأهمية الخاصة ٠

ويوجد حاليا ثلاثة أنواع من الرق ، يستخدم احداها فى أغراض الكتابة ويعرف باسم (Vellum) أما النوعان الآخران فيستخدمان فى صناعة الآلات الموسيقية وفى تجليد الكتب ٠٠ ويصنع الرق المستخدم فى عمل الآلات الموسيقية وتجليد الكتب من جلود الكباش والماعز والعجول والحمير والخنازير ، أما الرق المستخدم فى أغراض الكتابة فيصنع عادة من جلود العجول والخراف التى لا تزيد أعمارها عن ستة شهور ٠

طريقة عمل الرق :

تتلخص الطريقة التى تستخدم عادة فى عمل الرق فى الخطوات الآتية :

١ ـ تزال الطبقة السطحية من الجلد بما تحمله من شعر ٠

٢ ـ تغسل الطبقات الداخلية من الجلد ـ بعد ازالة الطبقة الخارجية التى تحمل الشعر ـ جيدا بالماء ٠

٣ ـ يشد الجلد بعد الانتهاء من عملية الغسيل على اطارات من الخشب ويثبت عليها وهو مبلل بالماء بالدبابيس أو المسامير ٠٠ ويفضل أن تكون الدبابيس من النوع غير القابل للصدأ ٠

٤ ـ تترك الجلود مثبتة فى اطارات الشد الى آن تفرز ما بها من عصارات ، وعلى أن يعدل وضع الدبابيس من وقت لآخر لازالة التجعدات التى تحدث عادة أثناء عملية التجفيف ٠

٥ ـ بعد آن يتخلص الجلد مما به من عصارات يغطى سطحى الجلد

بمسحوق الطباشير الناعم ثم يحك عليه برفق شديد بحجر حكاك (Pumice) حتى يتداخل الطباشير فيمسام الجلد ويحفظ ما بها من رطوبة ٠

وعلى ذلك يمكن القول بأن الرق ما هو الا جلد منتوف الشعر غير مدبوغ وأنه من الناحية الكيميائية لا يختلف عن أى نوع آخر من الجلود الا فى طريقة صنعه وتجهيزه كمادة تصلح للكتابة عليها ٠

وبعد هذه المقدمة الموجزة التى تناولنا فيها نشأة الرق وتطور استخدامه ونوعية الجلود الخام التى تصنع منها الأنواع المختلفة من الرق وطريقة صناعته والمواد التى تستخدم فى عمليات التصنيع تتحدد أمامنا أهم طرق فحص الرق ، وهى :

أولا : تعيين تركيز أيونات الهيدروجين فى المحلول المائى المستخرج من صحائف الرق ، أى تعيين قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH. Value) للرق ٠

وقد سبق ذكر الطرق المختلفة التى تتبع عادة فى عملية تعيين تركيز أيونات الهيدروجين عند تناولنا لطرق فحص الورق والجلود ولا داعى لتكرار الكتابة عنها ويمكن الرجوع اليها ٠

ثانيا : دراسة الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للرق كوسيلة للوقوف على التغيرات التى تحدث فى التركيب الكيميائى للرق بالقدم ، سواء كان قدما طبيعيا أو صناعيا ٠٠ ومما لا شك فيه أن الحالة التى يوجد عليها الرق على هيئة صحائف رقيقة قد وفرت امكانية القيام بهذا النوع من الدراسات والفحوص ، الأمر الذى لا يتيسر لنا فى حالة الجلود المدبوغة ٠

ولقد سبق لنا تناول جميع طرق قياس الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية عند الحديث عن طرق فحص الورق ويمكن الرجوع اليها واختيار ما يتناسب منها مع الرق ٠

ولعله من المفيد فى هذا الصدد أن نوجز للقارىء الدراسة الهامة التى قام بها بيلايا I. K. Belaya لمعرفة التغيرات التى تحدث فى الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للرق نتيجة لاستخدام مواد تطرية الرق القديم (Softening materials) فى الخطوط الرئيسية الآتية :

١ ـ تطرية عينات من الرق الحديث والقديم بمواد التطرية الآتية :

(أ) مستحلب الاسبرماسيتى (Spermaceti emulsion) ١٢ر٠٪ الذى يتكون من المواد الآتية :

٩٥ ملليلترا من الكحول النقى ٩٥٪ ٠

٢ ملليلترا من الجلسرين ٠

٣ ملليلترا من الاسبرماسيتى الذائب فى البنزين بنسبة ٤٪ ٠

(ب) مستحلب البيض : (Egg emulsion or Softner)

ويتكون من المواد الآتية :

٣٠ ــ ٤٠ جرام من صفار أو بياض البيض ٠

٢٠ ــ ٣٠ ملليلترا من الجلسرين ٠

٢٠ ــ ٣٠ من الماء المقطر ٠

٣ ملليلترا من النوشادر ٠

١٠ ملليلترا من محلول صابون أوليات البوتاسيلم الذائب فى زيت التربنتين المعدنى بنسبة ٢٪ ٠

٦٠ ــ ٧٠ ملليلترا من الكحول النقى ٩٦٪ ٠

زعتــر (Thymol) بواقع ٢٪ من الحجم الكلى للمزيج ٠

(جـ) مستحلب اللانولين : (Lanolin emplsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٥٠ جرام من الكحول النقى ٩٦٪ ٠

١٠٠ جرام من الماء المقطر ٠

٥ جرام من اللانولين ٠

١٠ جرام من الجلسرين ٠

٢ جرام من أحد الصوابين غير الأيونية (Nonionic detergents)

(د) محلول من اليوريا (Urea) الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ ٠

٢ ــ تخزين الرق الذى أجريت له عمليات التطرية لمدة تتراوح مابين ١٢ ، ١٨ شهرا تحت ظروف التخزين السائدة فى مكان العمل وذلك قبل وبعد اجراء عمليات الاسراع الصناعى فى القدم ٠

٣ ــ قياس قيم الخواص الفيزيو ــ ميكانيكية للرق قبل وبعد عمليات التطرية وقبل وبعد التخزين وكذلك قبل وبعد القيام بعمليات الاسراع

الصناعى فى القدم . وذلك بغرض الوقوف على التغيرات التى تمت فى الخواص الفيزيو كيميائية للرق نتيجة لهذه العمليات .

وقد قام بيلايا بعدة قياسات باستخدام أجهزة قياس الحركة المعروفة باسم (Shopper dynamometers) وهذه القياسات هى :

— الثقل الذى يحدث عنده كسر الرق (Load at rupture)

— مقدار المط الذى حدث عنده كسر الرق مقدرا بالملليمترات (Elongation at rupture)

— المط النسبى (The relative elongation)

— تحمل الرق للشد مقدرا بالكيلو جرام/مم٢ (The limit of Strength KG/mm²)

— مقدار المط الناتج باستخدام ثقل قدره كيلو جرام/مم٢ (The elongation al load 1 kg/mm²)

— الصلابة ومعامل المرونة عند الشد (The hardness and module of elasticity at Stretching)

٤ ـ تعيين كمية الرطوبة المختزنة فى الرق الذى أجريت له عمليات التطرية وتقدير مدى اختلافها باختلاف المواد المستخدمة فى التطرية .

٥ ـ تعيين قابلية الرق الذى أجريت له عمليات التطرية لامتصاص الرطوبة (Hygroscopicity) مقدرا بزيادة وزن الرق (Weight gain) سواء مع الوقت وعند درجة معينة من الرطوبة النسبية (١٠٠٪) بالنسبة للرق الحديث أو باختلاف الرطوبة النسبية فى جو المخازن أو صالات العرض خلال فترة معينة (٦ شهور) بالنسبة للرق القديم .

وأخيرا ولعله من المفيد أن ننهى الايجاز الذى أوردناه لاتجاهات الدراسة الهامة التى قام بها (I. K. BELAYA) بأن نضع بين يدى القارىء النتائج التى انتهى اليها ، وبالطريقة التى صاغ بها هذه النتائج، وهى على شكل جداول ومنحنيات .. ومقصدنا من ذلك هو أن نضع أمام القارىء أنموذجا لنوعية الدراسات العلمية التى يجب أن نتأسى بها حتى نتمكن من مسايرة النهضة العلمية الواسعة التى تحققت فى مجال حفظ التراث الثقافى .

عينات رق حديث معالجه بمواد تطرية هى :	الاتجاهات	متوسط السمك بالمليمتر	متوسط الاتساع مقاسا بالمليمتر	مساحة المقطع بالمليمتر المربع	الحمل الذى يتحمله الشد معبرا عنه بالكيلوجرام/م/م ٢
العينة القياسية دون معالجة (Control)	الراسى	٠ر٢١٥	٩ر٩٠	٢ر٣١	٢ر٣١
	الأفقى	٠ر٢٣٣	١١ر٢٠	٢ر٤٧	٢ر٤٧
	المتوسط	٠ر٢٢٩	١١ر٠٥	٢ر٣٩	٢ر٣٩
المـــــــاء	الراسى	٠ر١٩٩	١٠ر٦٠	٢ر١١	٢ر١١
	الأفقى	٠ر٢٥١	١٠ر٧٠	٢ر٣٠	٢ر٣٠
	المتوسط	٠ر٢٢٥	١٠ر٦٥	٢ر٢٠	٢ر٢٠
كحول نقى ٩٦٪	الراسى	٠ر٢٠١	١٠ر٥٠	٢ر١٢	٢ر١٢
	الأفقى	٠ر٢٠٦	١٠ر٣٠	٢ر١٣	٢ر١٣
	المتوسط	٠ر٢٠٢	١٠ر٤٠	٢ر١٢	٢ر١٢
جلسرين	الرأسى	٠ر٤٧٥		٤ر٧٠	٤ر٧٠
	الأفقى	٠ر٦٥٢	٩ر٤٠	٦ر١٥	١٦ر١٥
	المتوسط	٠ر٥٦٣	٩ر٦٥	٥ر٤٢	٥ر٤٢
محلوم من خلات الصوديوم ١٪	الرأسى	٠ر١٩٤	١٠ر٤٠	٢ر٠٠	٢ر٠٠
	الأفقى	٠ر٢٣٤	١٠ر٢٠	٢ر٤٩	٢ر٤٩
	المتوسط	٠ر٢١٤	١٠ر٣٠	٢ر٢٤	٢ر٢٤
يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ٢٠٪	الراسى	٠ر٢٢٣	١٠ر٥٠	٢ر٣٥	٢ر٣٥
	الأفقى	٠ر٢٢٣	١٠ر٥٠	٢ر٤٨	٢ر٤٨
	المتوسط	٠ر٢٢٣	١٠ر٥٠	٢ر٤١	٢ر٤١
يوريا ذائبة فى الكحـــــول بنسبة ١٠٪ +	الراسى	٠ر٢١٨	١٠ر٢٠	٢ر٢٣	٢ر٢٣
	الأفقى	٠ر٢٣٣	١٠ر٧٠	٢ر٤٨	٢ر٤٨
	المتوسط	٠ر٢٢٥	١٠ر٤٥	٢ر٣٥	٢ر٣٥
مستحلب الاسبرماستى ٢٪ Spermaceli emulsion	الراسى	٠ر٢٩٢	١٠ر٤٠	٢ر٤٢	٢ر٤٢
	الأفقى	٠ر٢٢٠	١٠ر٠٠	٢ر٢٠	٢ر٢٠
	المتوسط	٠ر٢٥٦	١٠ر٢٠	٢ر٣١	٢ر٣١

الثقل مقيسا بالملليمتر عند ضغط يوازي كيلو جرام / سم٢	العمل الذي يؤدى الى كسر الرق (كيلو جرام م)	مقدار المط الذي حدث عنده الكسر معبرا عنه بالمليمتر	تحمل الرق للشد مقدرا بالكيلوجرام	معامل المرونة معبرا عنه بالكيلو جرام	الصلابة معبرا عنها بالكيلو جرام	الثقل النسبي معبرا عنه بالنسبة القوية
٠ر٦٢	٧ر٦٨	٥ر٧٧	٣ر٢٩			
١ر١٠	٨ر٢٠	٦ر٢٥	٢ر٧٥	٦٠٠٠	١٤٣٤	١ر٧٦
٠ر٨٨	٧ر٩٤	٦ر٠١	٣ر٠٢			
٠ر٤٧	١٠ر٩٥	٤ر٥٥	٤ر٩١			
٠ر٦٢	١٢ر٩٠	٧ر٥٦	٥ر٦٤	١٠٠٠٠	٢٢٠٠	١ر٠٨
٠ر٥٤	١١ر٩٢	٦ر٠٥	٥ر٢٧			
٠ر٩٠	٥ر٧٠	٣ر٤٨	٢ر٧٠			
٠ر٥٥	٨ر٠٠	٣ر٧٠	٣ر٧٤	٧ر٥٠٠	١٥٩٠	١ر٤٤
٠ر٧٢	٦ر٨٥	٣ر٥٩	٣ر٢٣			
١٦ر٥٠	٣ر٤٥	١٧ر٠٥	٠ر٧٣			
١٦ر٥٠	٢ر٣٢	١١ر٩٥	٠ر٥٧	٣٠٣	١٦٤ر٢	٣٣ر٠٠
١٦ر٥٠	٢ر٨٨	١٤ر٥٠	٠ر٥٥			
٠ر٧٢	١٠ر٣٠	٤ر٤٠	٤ر٦٨			
٠ر٧٥	١١ر٢٠	٥ر٢٠	٤ر٥٤	٧٥٠٠	١٤٦٠	١ر٨٦
٠ر٧٣	١٠ر٧٥	٤ر٨٠	٤ر٦١			
٠ر٩٠	٩ر٥٥	٧ر٨٥	٣ر٧٤			
٠ر٩٦	٩ر٣٠	٧ر٤٥	٣ر٣٦	٥٠٠٠	١٢٠٥	١ر٨٦
٠ر٩٣	٩ر٤٢	٧ر٦١	٣ر٥٥			
٠ر٩٢	١٠ر٩٠	٤ر٨٠	٤ر٨٧	٥٠٠٠	١١٧٥	١ر٨٤
٠ر٩٣	٩ر٦٨	٤ر٩٦				
٠ر٩٣	١٠ر٢٩	٤ر٨٨	٤ر٣٧	٥٠٠٠	١١٧٥	١ر٨٤
١ر٠٣	٤ر٤٠	٦ر٠٥	٢ر٣٨			
٠ر٦٧	٦ر٣٠	٥ر١٠	٢ر٧٠	٦٠٠٠	١٣٨٦	١ر٧٠
٠ر٨٥	٥ر٣٥	٥ر٥٧	٢ر٥٤			

(After BELAYA)

جدول يوضح تأثير المواد المختلفة المستخدمة عادة فى تطرية الرق ٠
وقد استخدمت فى التجارب عينات حديثة من الرق ٠

عينات رق حديث معالجة بمواد تطرية هي :	الاتجاهات	متوسط السمك بالمليمتر	متوسط الاتساع بالملليمتر	متوسط مساحة المقطع الراسي بالملليمتر المربع	الحمل الذى يحدث الشد معبرا عنه بالكيلو جرام	المط مقاسا بالملليمتر عند شد بواقع كيلو جرام واحد	الحمل الذى يؤدى الى كسر الرق بالكيلو جرام	مقدار المط الذى حدث عنده الكسر معبرا عنه بالملليمتر	تحمل الرق للشد مقدرا بالكيلو جرام	معامل المرونة معبرا عنه بالكيلو جرام	الصلابة معبرا [illegible]	المط النسبي معبرا عنه [illegible]
العينة القياسية دون معالجة	الراسي	٠ر٣٨٥	١٠ر٢٠	٣ر٩٣	٣ر٩٣	١٠ر٥٠	٩ر٣٠	١٧ر٦٠	٢ر٣٦	٤٧٦	١٨٧	٢١ر٠٠
	الأفقي	٠ر٤٣٩	١٠ر٤٠	٤ر٥٦	٤ر٥٦	٤ر١٠	١٠ر٧٠	٨ر١٠	٢ر٣٤	١٢٥٠	٥٧٠	٨ر٠٠
(Control)	المتوسط	٠ر٤١٢	١٠ر٣٠	٤ر٢٤	٤ر٢٤	٧ر٣٠	١٠ر٠٠	١٢ر٨٥	٢ر٣٥	٨٦٣	٣٧٨	١٤ر٥٠
مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪	الراسي	٠ر٤١٨	١٠ر٠٠	٤ر١٨	٤ر١٨	٨ر٨٣	٦ر٨٠	١٤ر٣٠	١ر٦٢	٥٥٦	٢٣٢	١٧ر٦٦
	الأفقي	٠ر٤٣٣	١٠ر٤٠	٤ر٥٠	٤ر٥٠	٥ر٦٠	١١ر٢٠	١١ر٩٠	٢ر٤٨	٩٠٩	١٤ر٠	١١ر٢٠
Spermaceti emulsion	المتوسط	٠ر٤٢٥	١٠ر٢٠	٤ر٣٤	٤ر٣٤	٧ر٢١	٩ر٠٠	١٣ر١٠	٢ر٠٥	٧٣٢	٣٢٠	١٤ر٤٣
يوريا ذائبة فى الكحول	الراسي	٠ر٥٣٥	١٠ر٠٠	٥ر٣٥	٥ر٣٥	٨ر١٦	١٠ر٣٠	١٦ر٨٠	١ر٩٢	٦٢٥	٢١٩	١٦ر٣٢
بنسبة ١٠٪	الأفقي	٠ر٤٥١	٩ر٨٦	٤ر٤٤	٤ر٤٤	٥ر٦٠	٩ر٣٨	١٦ر٣٠	٢ر٢١	٩٠٩	٤٠٩	١١ر٣٠
	المتوسط	٠ر٤٩٣	٩ر٩٣	٤ر٨٩	٤ر٨٩	٦ر٨٨	١٠ر٠٦	١٦ر٥٥	٢ر٠٦	٧٦٧	٣١٤	١٣ر٧٦
يوريا ذائبة فى الكحـــول	الراسي	٠ر٣٨٧	١٠ر٢٠	٣ر٩٤	٣ر٩٤	٥ر٤١	٩ر٧١	١٥ر١٠	٢ر٤٦	٩٠٩	٤٣٦	١٠ر٨٢
بنسبة ١٠٪ + مستحلب	الأفقي	٠ر٤٤٩	١٠ر٠٠	٤ر٤٩	٤ر٤٩	٤ر١٥	١٢ر٣٠	١٥ر٥٠	٢ر٧١	١٢٥٠	٥٥٤	٨ر٣٠
الاسبرماسيتى ٢٪	الأفقي	٠ر٤١٨	١٠ر٠٠	٤ر٢١	٤ر٢١	٤ر٧٨	١٠ر٩٥	١٥ر٣٠	٢ر٥٨	١٠٧٩	٤٩٠	٩ر٦١

جدول يوضح الخواص الفيزيو–ميكانيكية (Physico-mechanical) للرق الحـديث بعد معالجته بمحاليل التطرية قبل اجراء عمليـات التقادم الصناعى .. الرق مخزن بعد المعالجة لمدة ١٨ شهرا

(After BELAYA)

عينات رق حديث معالجة بمواد تطرية هى :	الاتجاهات	متوسط السمك بالملليمتر	متوسط الاتساع بالملليمتر	متوسط مساحة القطع الراسى الربع بالملليمتر	الحمل الذى يحدث الشد معبرا عنه بالكيلو جرام	الفك مقاسا بالمليمتر عند شد بواقع كيلو جرام واحد	الحمل الذى يؤدى الى كسر الرق بالكيلو جرام	مقدار الفك الذى يحدث عند الكسر معبرا عنه بالمليمتر	تحمل الرق للشد مقدرا بالكيلو جرام	معامل المرونة معبرا عنه بالكيلو جرام	الصلابة معبرا عنها بالكيلو جرام	الفك النسبى معبرا عنه بالمليمتر
العينة القياسية دون معالجة	الراسى	٠ر٤٣٢	١٠ر٣٠	٤ر٤٥	٤ر٤٥	١٠ر٥٥	٧ر٣٥	١٥ر٨١	١ر٦٥	٤٧٦	٢١١	٢١ر١٠
	الأفقى	٠ر٤٢١	٩ر٨٠	٤ر١٢	٤ر١٢	٩ر٧٥	٨ر٠٠	١٢ر٢٥	١ر٢١	٥٣٦	٢١٦	١٩ر٥٠
(Control)	المتوسط	٠ر٤٢٦	١٠ر٠٥	٤ر٢٨	٤ر٢٨	١٠ر١٥	٧ر٦٧	١٤ر٠٣	١ر٤٣	٥٠١	٢١٤	٢٠ر٣٠
مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪	الراسى	٠ر٤٣٢	٩ر٨٣	٤ر٢٤	٤ر٢٤	٦ر٩٠	٧ر٩٠	١٤ر٠٠	١ر٨٦	٧١٤	٣٠٢	١٣ر٨٠
(Spermaceti	الأفقى	٠ر٤٤١	١٠ر٠٠	٤ر٤١	٤ر٤١	٧ر١٠	٨ر٨٢	١٥ر٠٠	٢ر٠٠	٧١٤	٣١٤	١٤ر٢٠
emulsion)	المتوسط	٠ر٤٣٦	٩ر٩١	٤ر٣٢	٤ر٣٢	٧ر٠٠	٨ر٣٦	١٤ر٥٠	١ر٩٣	٧١٤	٣٠٨	١٤ر٠٠
يوريا ذائبة فى الكحول	الراسى	٠ر٤٥٢	٩ر٩٠	٤ر٤٧	٤ر٤٧	٤ر٣٣	١١ر٤٠	١٥ر٣٠	٢ر٥٥	١١١١	٤٩٦	٨ر٦٦
بنسبة ١٠٪	الأفقى	٠ر٣٩٦	١٠ر٥٠	٤ر١٥	٤ر١٥	٤ر٦٦	٨ر٢٠	١١ر٣٠	١ر٩٧	١٠٠٠	٤١٥	٩ر٣٢
	المتوسط	٠ر٤١٤	١٠ر٣٠	٤ر٣١	٤ر٣١	٤ر٤٩	٩ر٨٠	١٣ر٣٠	٢ر٢٦	١٠٥٥	٤٤٠	٨ر٩٨
يوريا ذائبة فى الكحول	الراسى	٠ر٤٥٩	١٠ر١٠	٤ر٦٤	٤ر٦٤	٨ر٠٤	٨ر٣٠	١٠ر٨٠	١ر٧٩	٦٢٥	٢٩٠	١٦ر٠٨
بنسبة ١٠٪ + مستحلب	الأفقى	٠ر٤٥١	١٠ر٠٠	٤ر٥١	٤ر٥١	٣ر٨٠	٩ر٥٥	١٨ر٨٠	٢ر١١	١٢٥٠	٥٦٣	٧ر٦٠
الاسبرماسيتى ٢٪	المتوسط	٠ر٤٥٥	١٠ر٠٥	٤ر٥٧	٤ر٥٧	٥ر٩٢	٩٢ر ٨	١٤ر٨٠	١ر٩٥	٩٣٧	٤٢٨	٩ر١٤

جدول يوضح الخواص الفيزيو-ميكانيكية (Physico-mechanical) للرق الحديث بعد معالجته بمواد التطرية المختلفة وبعد اجراء عمليـــــات الاسراع الصناعى فى القدم باستخدام اشعاعات لمبــــة الكوارتز الزئبقى لمدة عشر ساعات .

(10 hours irradation by mercury quartz lamps of the type PRK-2

مخزن بعد المعالجة لمدة ١٨ شهرا

(After BELAYA)

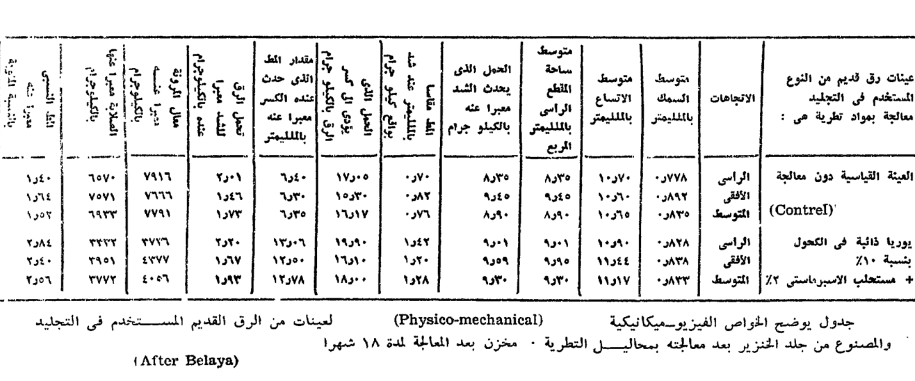
عينات رق قديم معالجة بمواد تطرية هى :	الاتجاهات	متوسط السمك بالمليمتر	متوسط الاتساع بالمليمتر	متوسط مساحة القطع الرأسى بالمليمتر المربع	الحمل الذى يحدث الشد معبرا بالكيلو جرام	الشد مقاسا بالمليمتر عند شد بواقع كيلوجرام	الحمل الذى يؤدى الى كسر الرق بالكيلو جرامات	مقدار المط الذى حدث عنده الكسر معبرا عنه بالمليمتر	تحمل الرق للشد معبرا عنه بالكيلوجرام	معامل المرونة معبرا عنه بالكيلوجرام	الصلابة معبرا عنها بالكيلوجرامات	الشد النسبى معبرا عنه بالنسبة المئوية
العينة القياسية دون معالجة	الرأسى	٠ر٤٤٣	١٠ر٨٤	٤ر٧٠	٤ر٧٠	١ر٠٠	٣٦ر٨٠	١٠ر٧٠	٧ر٨٢	٥٠٠٠	٢٣٥٧	٢ر٠٠
	الأفقى	٠ر٣٨٤	١٠ر٣٠	٣ر٩٥	٣ر٩٥	١ر٠٠	٢١ر٦٠	١٠ر٨٧	٥ر٤٦	٥٠٠٠	١٩٧٨	٢ر٠٠
(Control)	المتوسط	٠ر٤٠٨	١٠ر٥٧	٤ر٣٢	٤ر٣٢	١ر٠٠	٢٩ر٢٠	١٠ر٧٨	٦ر٦٤	٥٠٠٠	٢١٦٧	٢ر٠٠
مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪	الرأسى	٠ر٤٣٧	١١ر٠٠	٤ر٨٠	٤ر٨٠	١ر٠٠	٣٨ر٠٣	١٣ر٦٠	٧ر٩٢	٥٠٠٠	٢٤٠٣	٢ر٠٠
	الأفقى	٠ر٣٦٨	١٠ر٩٦	٤ر٠٤	٤ر٠٤	١ر٠٠	٢٣ر٠٨	١٣ر٥٠	٦ر٨١	٥٠٠٠	٢٠١٩	٢ر٠٠
	المتوسط	٠ر٤٠٢	١٠ر٩٨	٤ر٤٢	٤ر٤٢	١ر٠٠	٣١ر٠٥	١٣ر٥٥	٥ر٧١	٥٠٠٠	٢٢١١	٢ر٠٠
يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪	الرأسى	٠ر٣٨٦	١٠ر٧٠	٤ر٢٨	٤ر٢٨	١ر٠٠	٣٣ر٠١	١١ر٧٥	٧ر٧١	٤٥٨٣	١٩٧٦	٢ر٠٠
	الأفقى	٠ر٤٠٨	١٠ر٥٦	٤ر٤٢	٤ر٤٢	١ر٠٠	٢٣ر٣٦	١٢ر٤٠	٥ر٢٨	٥٠٠٠	٢١٦٨	٢ر٠٠
	المتوسط	٠ر٣٩٧	١٠ر٦٣	٤ر٣٥	٤ر٣٥	١ر٠٠	٢٨ر١٨	١٢ر٠٧	٦ر٤٩	٤٧٩١	٢٠٧٢	٢ر٠٠

جدول يوضح الخواص الفيزيوميكانيكية لعينات من الرق القديم المستخدم فى التجليد (Binding) (رق مصنوع من جلد العجول) بعد معالجته بمحاليل التطرية المختلفة ، مخزن بعد المعالجة لمدة ١٢ شهرا

(After BELAYA)

عينات رق قديم من النوع المستخدم فى التجليد معالجة بمواد تطرية هى :	الاتجاهات	متوسط السمك بالمليمتر	متوسط الاتساع بالمليمتر	متوسط مساحة القطع الراسى بالمليمتر المربع	الحمل الذى يحدث الشد معبرا عنه بالكيلو جرام	[illegible] مقاسا بالمليمتر عند حمل يوازى كيلو جرام	الحمل الذى يؤدى الى كسر الرق بالكيلوجرامات	مقدار المط الذى حدث عنده الكسر معبرا عنه بالمليمتر	تحمل الرق للشد معبرا عنه بالكيلو جرام	معامل المرونة معبرا عنه [illegible]	[illegible]	[illegible]
العينة القياسية دون معالجة (Control)	الراسى	٠ر٣٣٤	١١ر٠٠	٣ر٧٤	٣ر٧٤	٠ر٥٨	٣٤ر٣٠	٨ر٨٠	٩ر١٧	٨٨٨٨	٣٢٩٩	١ر١٤
	الأفقى	٣ر٩٢	١٠ر٦٠	٤ر٢١	٤ر٢١	٠ر٠٨	٢٣ر٥٠	١١ر٠٠	٥ر٥٨	٨٠٠٠	٣٥٠٩	١ر٣٦
	المتوسط	٠ر٣٦٣	١٠ر٨٠	٣ر٩٧	٣ر٩٧	٠ر٦٢	٢٨ر٩٠	٩ر٩٠	٧ر٣٧	٨٤٤٤	٣٣٥٢	١ر٢٤
مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪	الراسى	٠ر٤٠٢	١٠ر٢٠	٤ر٠٩	٤ر٠٩	١ر٠٠	٣٥ر٥٠	١١ر٧٠	٨ر٦٨	٥٠٠٠	٢٠٤٥	٢ر٠٠
	الأفقى	٠ر٣٦٩	١٠ر٥٠	٣ر٩١	٣ر٩١	١ر٠٠	٢٢ر١٠	١٤ر٠٠	٥ر٦٥	٥٠٠٠	١٩٥٥	٢ر٠٠
	المتوسط	٠ر٣٨٥	١٠ر٣٥	٤ر٠٠	٤ر٠٠	١ر٠٠	٢٨ر٨٠	١٢ر٨٥	٧ر١٦	٥٠٠٠	٢٠٠٠	٢ر٠٠
يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪	الراسى	٠ر٣٨٢	١١ر٠٠	٤ر١٧	٤ر١٧	١ر٠٠	٣٤ر٨٠	١٢ر٦٠	٨ر٣٤	٥٠٠٠	٢١٣٩	٢ر٠٠
	الأفقى	٠ر٣٧٠	١٠ر٥٠	٤ر٠٥	٤ر٠٥	١ر١٥	٢١ر٢٠	١٢ر٠٠	٥ر٢١	٥٠٠٠	١٨٧٥	٢ر٣٠
	المتوسط	٠ر٣٧٦	١٠ر٧٠	٤ر١١	٤ر١١	١ر٧٥	٢٩ر٠٠	١٢ر٣٠	٦ر٧٧	٤٧٥٠	١٩٥٢	٢ر١٦

جدول يوضح الخواص الفيزيو-ميكانيكية لعينات من الرق القديم المستخدم فى التجليد (Binding) (مصنوع من جلد العجول) بعد معالجته بمحاليل التطرية المختلفة وبعد اجراء عمليات الاسراع الصناعى فى القدم باستخدام اشعاعات لمبة الكوارتز الزئبقى لمدة عشر
(10 hours irradiation by a mercury quartz lamp of the type PRK-2)
(After BELAYA)



عينات رق قديم من النوع المستخدم فى التجليد معالجة بمواد تطرية هى :	الاتجاهات	متوسط السمك بالمليمتر	متوسط الاتساع بالمليمتر	متوسط ساحة المقطع الراسى بالمليمتر المربع	العمل الذى يحدث الشد معبرا عنه بالكيلو جرام	المط مقاسا بالمليمتر عند شد بواقع كيلو جرام	العمل الذى يؤدى الى كسر الرق بالكيلو جرام	مقدار المط الذى حدث عنده الكسر معبرا عنه بالمليمتر	تحمل الرق للشد معبرا عنه بالكيلوجرام	معال المرونة معبرا عنه بالكيلوجرام	الصلابة معبرا عنها بالكيلوجرام	المط النسبى معبرا عنه بالنسبة المئوية
العينة القياسية دون معالجة	الراسى	٠ر٧٧٨	١٠ر٧٠	٨ر٣٥	٨ر٣٥	٠ر٧٠	١٧ر٠٥	٦ر٤٠	٢ر٠١	٧٩١٦	٦٥٧٠	١ر٤٠
	الأفقى	٠ر٨٩٢	١٠ر٦٠	٩ر٤٥	٩ر٤٥	٠ر٨٢	١٥ر٣٠	٦ر٣٠	١ر٤٦	٧٦٦٦	٧٥٧١	١ر٦٤
(Contrel)'	المتوسط	٠ر٨٣٥	١٠ر٦٥	٨ر٩٠	٨ر٩٠	٠ر٧٦	١٦ر١٧	٦ر٣٥	١ر٧٣	٧٧٩١	٦٩٣٣	١ر٥٢
يوريا ذائبة فى الكحول	الراسى	٠ر٨٢٨	١٠ر٩٠	٩ر٠١	٩ر٠١	١ر٤٢	١٩ر٩٠	١٣ر٠٦	٢ر٢٠	٣٧٧٦	٣٣٢٣	٢ر٨٤
بنسبة ١٠٪	الأفقى	٠ر٨٣٨	١١ر٤٤	٩ر٥٩	٩ر٩٥	١ر٢٠	١٦ر١٠	١٢ر٥٠	١ر٦٧	٤٣٧٧	٣٩٥١	٢ر٤٠
+ مستحلب الاسبرماستى ٢٪	المتوسط	٠ر٨٣٣	١١ر١٧	٩ر٣٠	٩ر٣٠	١ر٢٨	١٨ر٠٠	١٢ر٧٨	١ر٩٣	٤٠٥٦	٣٧٧٢	٢ر٥٦

جدول يوضح الخواص الفيزيو-ميكانيكية (Physico-mechanical) لعينات من الرق القديم المستخدم فى التجليد والمصنوع من جلد الخنزير بعد معالجته بمحاليل التطرية ٠ مخزن بعد المعالجة لمدة ١٨ شهرا

(After Belaya)

عينات من رق الكتابة معالجة بمواد التطرية هي :	الاتجاهات	متوسط السمك بالمليمتر	متوسط الاتساع بالمليمتر	متوسط مساحة القطع الرأسي بالمليمتر المربع	الحمل الذي يحدث الشد معبرا عنه بالكيلو جرام
العينة القياسية دون معالجة (Contrel)	الرأسي	٠ر١٨٣	١٠ر٣٣	١ر٨٨	١ر٨٨
	الأفقي	٠ر١٩١	١٠ر٥٣	٢ر٠٠	٢ر٠٠
	المتوسط	٠ر١٨٧	١٠ر٤٣	١ر٩٤	١ر٩٤
مستحلب الاسبرماسيتي ٢٪	الرأسي	٠ر١٨٧	١٠ر١٨	١ر٩٠	١ر٩٠
	الأفقي	٠ر١٨٦	١٠ر٨٤	١ر٨٦	١ر٨٦
	المتوسط	٠ر١٨٦	١٠ر٥١	١ر٨٨	١ر٨٨
يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪	الرأسي	١ر١٩١	١٠ر٦٠	٢ر٠١	٢ر٠١
	الأفقي	٠ر١٨٢	١٠ر٦٦	١ر٩٤	١ر٩٤
	المتوسط	٠ر١٨٦	١٠ر٦٣	١ر٩٧	١ر٩٧
يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪ + مستحلب الاسبرماسيتي ٢٪	الرأسي	٠ر١٧٩	١٠ر٥٠	١ر٨٨	١ر٨٨
	الأفقي	٠ر١٦٩	١٠ر٦٤	١ر٨٣	١ر٨٣
	المتوسط	٠ر١٧٤	١٠ر٥٧	١ر٨٥	١ر٨٥

جدول يوضح الخواص الفيزيو-ميكانيكية لعينات من رق الكتابة مخزن بعد المعالجة لمدة ١٢ شهرا ٠

المط مقاسا بالمليمتر عند شد بواقع كيلو جرام	الحمل الذى يؤدى الى كسر الرق بالكيلوجرامات	مقدار المط الذى حدث عنده الكسر معبرا عنه بالمليمتر	تحمل الرق للشد معبرا عنه بالكيلو جرام	معامل المرونة معبرا عنه بالكيلو جرام	الصلابة معبرا عنها بالكيلو جرامات	المط النسبى معبرا عنه بالنسبة المئوية
١ر٠٠	١١ر٢٥	٦ر٣٣	٥ر٩٦	٥٠٠٠	٩٤٠	٢ر٠٠
١ر٠٠	١٦ر٦٠	٥ر٧٧	٨ر٢٤	٥٠٠٠	١٠٠٠	٢ر٠٠
١ر٠٠	١٣ر٩٢	٦ر٠٥	٧ر١٧	٥٠٠٠	٩٧٠	٢ر٠٠
١ر٥٠	٩ر٣٠	٧ر٩١	٤ر٨٦	٥٠٠٠	٩٤٢	٢ر٠٠
١ر٠٠	١٦ر١٦	٦ر٤١	٨ر٤٥	٣٣٠٠	٦٣٢	٣ر٠٠
١ر٢٥	١٢ر٧٤	٧ر١٦	٦ر٧٠	٤١٥٠	٧٨٠	٢ر٥٠
١ر٠٢	٨ر٦٦	٧ر٦٦	٤ر٥٦	٤٨٥٠	٩٨٩	٢ر٠٠
١ر٠٠	١٥ر٠٥	٧ر٠٥	٧ر٧٢	٥٠٠٠	٨٩٦	٢ر٠٠
١ر٠١	١١ر٨٥	٧ر٣٥	٦ر٠١	٤٩٢٥	٩٧٢	٢ر٠٠
١ر٣٣	١٦ر١٥	١١ر٠٠	٧ر٧٤	٥٠٠٠	٧٨١	٢ر٠٠
١ر٠٠	١٥ر٠٤	٧ر٨١	٨ر٦٦	٣٣٠٠	٦٢٦	٢ر٦٦
١ر١٦	١٥ر٥٩	٩ر٤٠	٨ر٢٠	٤١٥٠	٧٦٧	٢ر٣٢

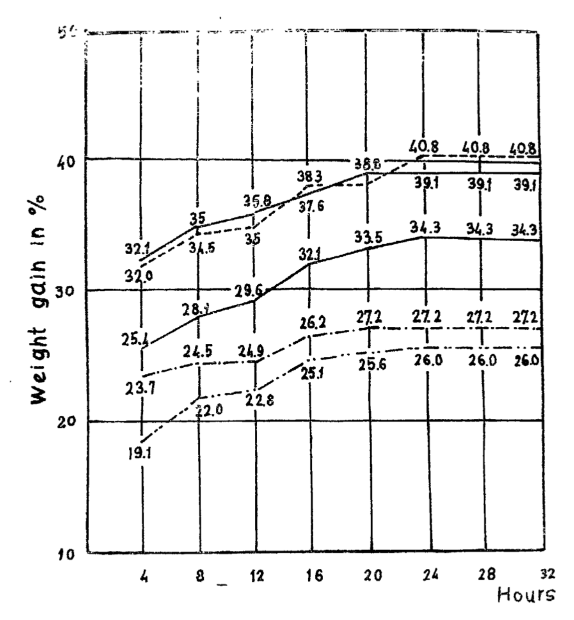
(Writing Parchment) بعد معالجته بمواد التطرية

(After BELAYA)

المحاليل المستخدمة فى عمليات التطرية	رق قديم من النــوع المستخدم فى التجليد مصنوع من جلد العجول			رق قديم من النوع المستخدم فى الكتابـة . (Vellum)			رق حديث		
	الرطوبة النسبية فى الجـــو								
	٥٧٪	٦٧٪	٨٢٪	٥٧٪	٦٧٪	٨٢٪	٥٧٪	٦٧٪	٨٢٪
رق غير معالج (Control)	١١٫٠٢	١٥٫٨٩	١٦٫٣٣	١١٫٧٢	١٦٫٤٨	١٩٫١٥	٩٫٢٤	١٢٫٨٤	١٤٫٥٨
كحول نقى مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪	—	١٤٫٤٦	—	—	١٣٫٢٨	—	—	٩٫٨٢	—
يوريا ذائبة فى كحول (٥٠٪) بنسبة ١٠٪	٨٫٩٢	١٢٫٤٦	١٣٫٧٥	٨٫٥٠	١٣٫٧٠	١٩٫١٦	٧٫٤٥	١٢٫٤١	١٤٫١٩
يوريا ذائبة فى الكحول (٥٠٪) بنسبة ١٠٪ + مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪ .	٨٫٥٠	١٥٫٧٠	١٥٫٥١	٧٫٦٠	١٣٫٧١	١٨٫٥٧	٨٫٩٠	١٥٫٤٤	١٥٫٦٩
مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪ مجهز باستخدام الكحول والبنزول (البنزين العطرى)	٨٫٤٧	١٥٫٦٤	١٥٫٨٥	٧٫٠٧	١٥٫٩٠	١٧٫٦٦	٨٫٨٢	١٣٫٣٦	١٤٫٥١

جدول يوضح قابلية الرق المعالج بمحاليل مواد النطرية لامتصاص الرطوبة معبرا عنها بالنسبة المئوية .

(After BELAYA)



منحنى يوضح قابلية رق قديم من النوع المستخدم فى التجليد لامتصاص الرطوبة عند وجوده تحت تاثير رطوبة نسبية ١٠٠٪ وذلك بعد تطريته باستخدام محالبل التطرية ..

مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪

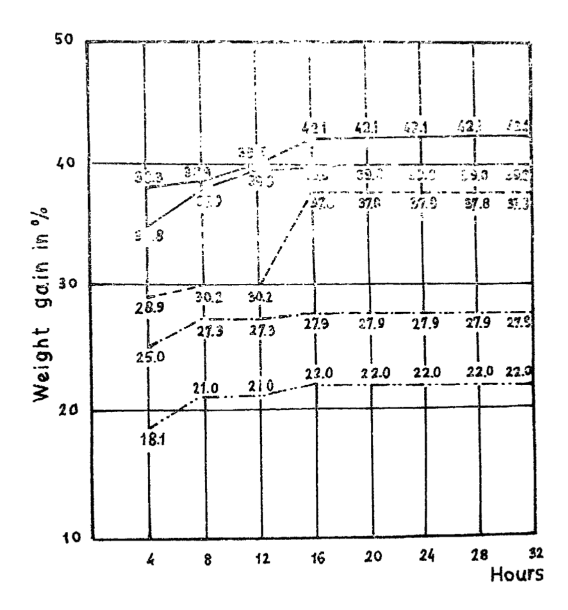
يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪

يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪
+ مستحلب الاسبرماستى ٢٪

رق غير معـــالج

كحول نقى مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪

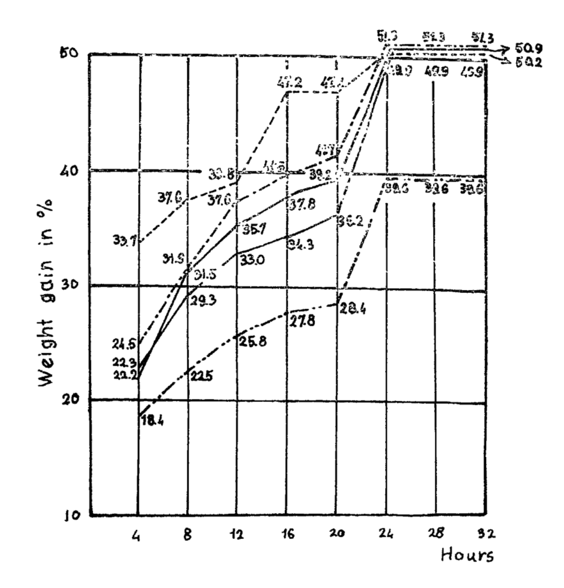
(After BELAYA)



منحنى يوضح قابلية رق قديم من النوع المستخدم فى الكتابة لامتصاص الرطوبة عند وجوده تحت تأثير رطوبة نسبية ١٠٠٪ وذلك بعد تطريته باستخدام محاليل التطرية ..

— .. — .. —	مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪
————————	يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪
————— ——	يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ + مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪
— . — . —	رق غير معـــالج
- - - - - - - -	كحول نقى مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪

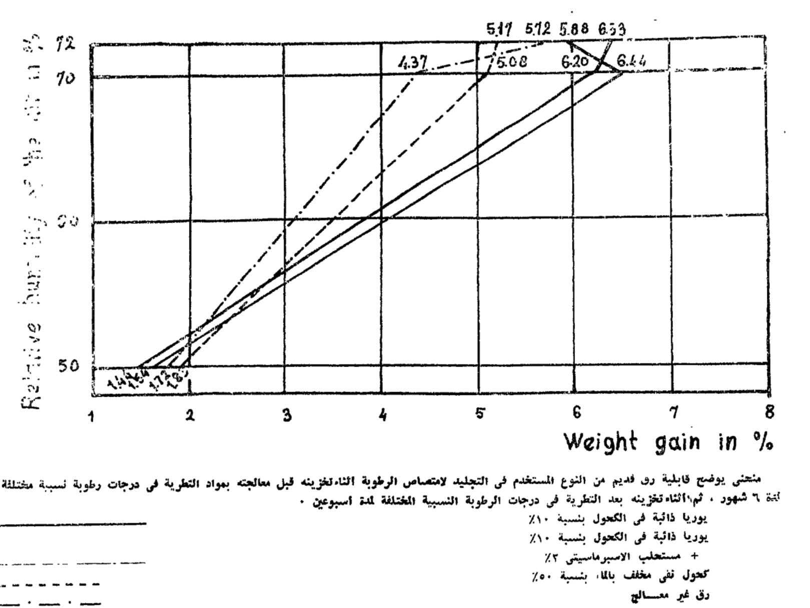
(After **BELAYA**)



منحنى يوضح قابلية رق حديث لامتصاص الرطوبة عند وجوده تحت تأثير رطوبـــة نسبية ١٠٠٪ وذلك بعد تطريته باستخدام محاليل التطرية ٠

مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪	— ·· — ·· —
يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪	————————
يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ + مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪	——————— —
رق غير معـــالج	— · — · —
كحول نقى مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪	- - - - - - -

(After BELAYA)



منحنى يوضح قابلية رق قديم من النوع المستخدم فى التجليد لامتصاص الرطوبة اثناء تخزينه قبل معالجته بمواد التطرية فى درجات رطوبة نسبية مختلفة لمدة ٦ شهور ، ثم اثناء تخزينه بعد التطرية فى درجات الرطوبة النسبية المختلفة لمدة اسبوعين .

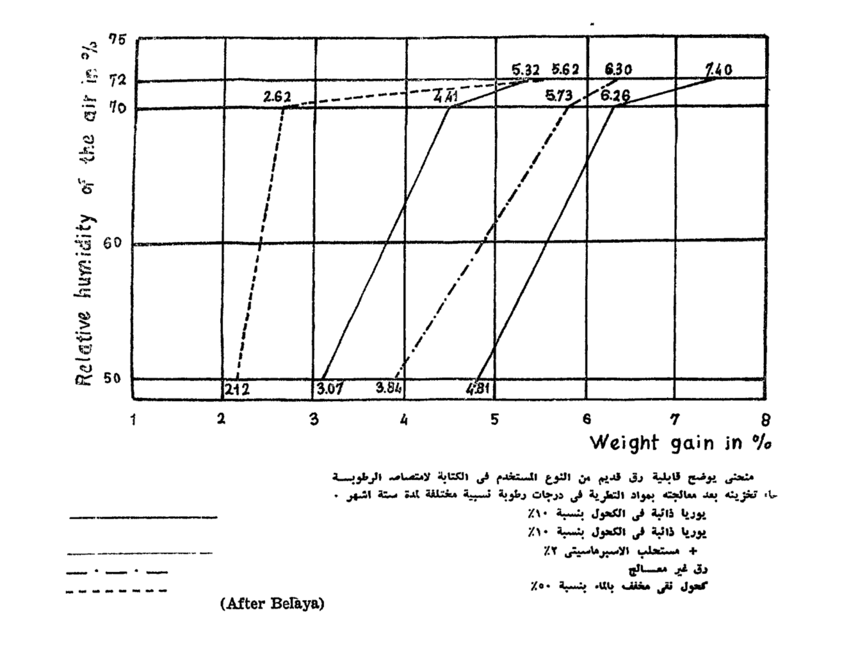
———————— يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪

— — — — يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ + مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪

- - - - - - - - كحول نقى مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪

— · — · — رق غير معـــالج

(After BELAYA)



منحنى يوضح قابلية رق قديم من النوع المستخدم فى الكتابة لامتصاص الرطوبة ـاء تخزينه بعد معالجته بمواد التطرية فى درجات رطوبة نسبية مختلفة لمدة ستة اشهر .

يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪

يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪
+ مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪

رق غير معالج

كحول نقى مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪

(After Belaya)

Relative humidity of the air in %

75 | 70 | 60 | 50

3.02 3.07 3.45 5.03

1.61 1.73 2.11 2.73

0.66 0.74 1.10 0.75

0.27 0.25 0.31 0.39

1 2 3 4 5 6 7

Weight gain in %

Fig. 3 The hygroscopicity of new parchment under natural conditions 6 months after processing

———— 10% urea — · — · — Non-processed

———— 10% urea + 2% spermaceti – – – – – 50% alcohol

منحنى يوضح قابلية رق حديث لامتصاص الرطوبة اثناء تخزينه بعد معالجته بمواد لتطرية فى درجات رطوبة نسبية مختلفة لمدة ستة شهور .

يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ ————

يوريا ذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ + مستحلب الاسبرماسيتى ٢٪ ————

رق غير معـــالج — · — · —

كحول نقى مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪ – – – – –

(After BELAYA)

وبدراسة الجداول والمنحنيات السابق بيانها سوف تتضح لنا النتائج الهامة التى استخلصها بيلايا من بحثه القيم وهى :

١ ـ اليوريا Urea الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ هى أفضل المواد التى يمكن استخدامها لتطرية الرق القديم المجعد ٠

ولزيادة قوة ومرونة الرق الذى استخدمت فى تطريته اليوريا يجب معالجته بمستحلب الاسبرماسيتى بدرجة تركيز تتراوح ما بين ١ ، ٢ ٪ ٠

٢ ـ الرق غير المتصلب وغير المجعد لا يعالج بمحلول اليوريا اذ يكفى لتطرينه بعد تنظيفه جيدا من المواد العالقة به ومن القاذورات استخدام مستحلب الاسبرماسيتى بدرجة تركيز تتراوح ما بين ١ ، ٢٪ حسب سمك صحائف الرق ٠

٣ ـ نطرية الرق باليوريا الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ لا يؤدى الى حدوث زيادة مفاجئة فى قابلية الرق لامتصاص الرطوبة ٠

٤ ـ الزيادة الطفيفة فى قابلية الرق المطرى بمحلول اليوريا لامتصاص الرطوبة ـ والتى تراوحت نسبتها ما بين ٥ر٠ ، ٥ر١٪ ـ تحت تأثير الظروف العادية لا تؤدى الى تلف الرق ، بل نجد أنها تساعد على المحافظة على مرونته ٠

الباب الثالث

عوامل التلف البيولوجى

الفصل الأول

أهم الحشرات التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق وطرق مقاومتها وابادتها

اولا ــ اهــم الحشرات :

رتبة الحشرات ذات الذنب الشعرى — Order : Thysanura

شراية — Thysanos = Tassel

ذنب — Oura = Tail

مميزات الرتبة :

١ ــ أجزام الفم قارضة وتوجد داخل الرأس أو تمتد خارجه ٠

٢ ــ قرون الاستشعار من النوع الخيطى ويتكون من عدة قطع ٠

٣ ــ البطن مكون من ١١ حلقــة عليهــا عــدد مختلف من الزوائد الجانبية ٠

٤ ــ التطور معــــدوم ٠

٥ ــ القرون الشرجية طويلة ومقسمة ومكونة من قطع عديدة ٠٠ وقد تكون غير مقســمة ٠٠ وفى هــذه الحالة تكون قصــيرة كالملقط وان كان هذا نادرا ٠

٦ ــ يوجــد بين القرنين الشرجيــين زائدة وسطى تمــاثلهما فى الشــكل ٠

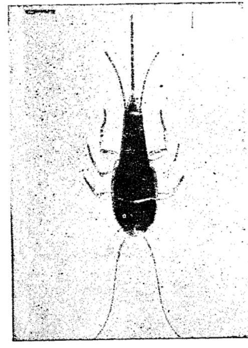
ومن أهم عائلات هذه الرتبة العائلة الآتية :

Family : Lepismidae

Thermobia aegyptiaca Luc.

الاسم الدارج : السمك الفضى . (Silver fish)

وصف الحشرة :



حشرة السمك الفضى

حشرة صغيرة الحجم طولها حوالى ١٢ مم .. الجسم مبطط ومغطى بحراشيف فضية اللون ناعمة الملمس تنفصل بسهولة عند اللمس .. ليس لها أجنحة .. قرون الاستشعار مكونة من قطع عديدة والبطن مكون من احدى عشر حلقة عليها عدد مختلف من الزوائد البطنية (Styles) تمتد من الحلقات ٧ ، ٨ ، ٩ .. لها زوج من القرون الشرجية الطويلة .. يوجد بين القرنين زائدة وسطى يطلق عليها اسم الذنب الوسطى ، وهى امتداد للحلقة الحادية عشر البطنية .

أماكن وجود الحشرة :

الحشرة ليلية النشاط تكثر فى المناطق الحارة وتفضل الأماكن الرطبة .. تعيش داخل المبانى وتوجد بين الكتب القديمة المتروكة وقتا طويلا دون استعمال .. توجد خلف الصور المعلقة على الحوائط وبين الملابس المنشاة .. وبصفة عامة فانها تنتشر فى الأماكن التى لا تمتد اليها أعمال النظافة وتقل فيها الحركة .

مظهر الاصابة والضرر :

تتغذى على المواد النشوية والغراء .. تتلف الأوراق التى يدخل فى تركيبها النشا ، كما تتلف أغلفة الكتب المصمغة بالمواد النشوية أو الغروية .. ونجد أنها تاكل منها مساحات غير منتظمة .. ولهذا تتركز

الاصابة فى أكعب الكتب لاحتوائها على كمية كبيرة من هذه المواد · تسبب اضرارا كبيرة لورق الحوائط المثبت حديثا ، كما تتلف الستائر المعلقة والسجاجيد المفروشة التى لا تمتد اليها أعمال النظافة ·

رتبة الحشرات المستقيمة الأجنحة — Order : Orthoptera
مستقيم — Orthos = Straight
أجنحة — Ptera = Wings
Family : Blattidae

الاسم الدارج : عائلة الصراصير (Cockroaches)

مميزات العائلة :

حشرات مفرطحة عريضة ·· أجزاء الفم قارضة ·· لها زوجان من الأجنحة ، الزوج الأمامى سميك جلدى تعريقه واضح ·· يتراكب أحد الجناحين على الآخر خصوصا عند الطرف ·· الزوج الخلفى مطوى تحت الأمامى ·· التطور تدريجى ·· الرأس منحنية الى أسفل وتختفى تحت الحلقة الصدرية الأولى الكبيرة التى تظهر واضحة من أعلى ·· قرن الاستشعار خيطى طويل ·· الأرجل معدة للجرى ·

وتتبع هذه العائلة ثلاثة أنواع من الصراصير وهى :

١ ـ الصرصور الأمريكى · Periplaneta americana L.
٢ ـ الصرصور الشرقى · Blatta orientalis L.
٣ ـ الصرصور الألمانى ·

التمييز بين أنواع الصراصير

الصرصور الألمانى	الصرصور الشرقى	الصرصور الأمريكى
١ ـ الطول حوالى ١ر٣ سم ويوجد على الحلقة الصدرية الأولى شريطان طوليان اسودان اسود لون الحشرة بنى فاتح او مائل للاصفرار ·	اصغر حجما من الصرصور الامريكى واغمق منه لونا · يكاد ان يكون أسود اللون ·· لون الذكر بنى غامق والأنثى سوداء اللون تقريبا ·	الطول حوالى ٢ر٣ سم اللون بنى غامق او بنى فاتح ·
٢ ـ الأجنحة تغطى البطن فى الذكر والأنثى	الأجنحة فى الذكر اقصر من طول الجسم واما الأنثى فاجنحتها الأمامية مختزلة جدا والخلفية غير موجودة بالمرة ·	الأجنحة تغطى البطن فى الذكر والأنثى ·
٣ ـ الأجنحة الخلفية موجودة تحت الجناح الأمامى ·	————	الأجنحة الخلفية موجودة وتنطوى تحت الجناح الأمامى ·

اماكن وجود الحشرة :

توجد الصراصير فى معظم جهات العالم ، ولكنها تنتشر بكثرة فى البلدان الحارة الرطبة مثل مصر ٠٠ وتوجد طوال السنة وخاصة فى فصل الصيف ولا يخلو منها منزل أو مبنى ٠

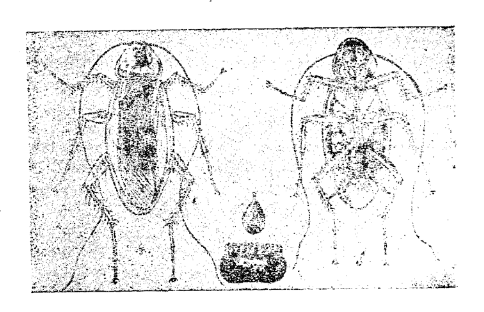
ومن الصفات التى تساعد الصراصير على الحياة أنها مفرطحة الجسم فيسهل عليها دخول الشقوق والفراغات وتختفى منها ٠٠ وعموما فانها تختفى خلف الأثاث وأنابيب المياه وغير ذلك ٠

والصراصير حشرة ليلية النشاط تختفى نهارا وتنشط ليلا ٠

الضرر الذى تسببه الصراصير :

تتغذى الصراصير على مواد الطعام وعلى الكتب والجلود والملابس ، ولكنها تفضل المواد السكرية ، ولذلك نجد انها تهاجم بكثرة الكتب والمخطوطات القديمة ٠٠ والواقع أن الضرر الذى ينتج عنها ليس فى قيمة ما تأكله فقط ولكنه أيضا فى الرائحة الكريهة التى تسببها وفيما تخلفه من براز وقاذورات مما يتسبب فى تشويه مظهر ما تتجول عليه من أشياء ٠

وعموما فان الصراصير تكثر فى الأماكن المهملة التى لا تمتد اليها أعمال النظافة ٠



« الصرصور الأمريكى »



« الصرصور الألماني » « الصرصور الشرقي »

رتبة الحشرات المتساوية الأجنحة
Order ISOPTERA

ISO = متساو
Ptera = Wings = اجنحة

الاسم الدارج : التيرميتس أو النمل الأبيض ..
Termites or White ants
Family : Hodotermitidae
Anacanthotermes ochraceus (Burm) ...

حشرات صغيرة الحجم رخوة الجسم .. أجزاء الفم قارضة .. يوجد فى بعض أفراد النوع الواحد زوجان من الأجنحة المتساوية فى الحجم والشكل وهى تفوق البطن كثيرا فى الطول .. أكثر الأفراد عديمة الأجنحة .. البطن يتكون من عشر حلقات .. التطور تدريجى تعيش هذه الحشرات معيشة اشتراكية فى مستعمرات تحت الأرض أو داخل الأخشاب بعيدا عن الضوء ، واذا اضطرت للظهور فوق الأرض فانها تحتجب داخل انفاق تبنيها من الطين لونها باهت مائل الى الأصفر .

يميز فى هذه الحشرات نظام الطبقات .. ويتكون أفراد كل مستعمرة من :

(أ) الأفراد المخصبة :

أفراد ناضجة جنسيا .. الأجنحة فيها طويلة كاملة التكوين .. الذكر (الملك) أصغر حجما من الأنثى (الملكة) .. بعد تلقيح الملكة يطرأ على جسمها عدة تغييرات هامة اذ تتقصف أجنحتها وتكبر بطنها وتنتفخ وتصبح ملأى بالمبايض المحتوية على البيض وتضمحل عضلات الأجنحة

« أفراد النمــل الأبيض »

والفكوك ويتغير تركيب الجهــاز الهضمى ٠٠ ومن مظاهر تغير الجهــاز الهضمى اختفاء الحيوانات الأولية من أمعائها الخلفية ، وهى الحيوانات التى تفرز أنزيم السيللوليز وهو العامل الأساسى فى هضم السيلولوز ، ولذلك نجد أن الملكة تتغذى بعد التلقيح على لعاب الشغالات أو على الفطر المختلط باللعاب بعد أن كانت تتغذى على الخشب ٠٠

ولا يوجد فى كل مستعمرة سوى ملكة واحدة ولكن قد يوجد بهـا أكثر من ملك ٠

(ب) الأفــراد العقيمـــة :

١ ـ الشغالات :

وهى حشرات عقيمة ذكورا واناثا ٠٠ لونها باهت ٠٠ تقوم بجمع الغذاء واطعام الملكة والملوك والعساكر والصغار وتبنى العشوش ٠٠ أى أنها تقوم بمعظم الأعمال فى المستعمرة ، تتغذى على المواد النباتية والأخشاب ومنتجاتها ٠

٢ ـ الجنـــود :

ذكور عقيمة ٠٠ أكبر حجما من الشغالات ٠٠ تتضخم فيها الرؤوس والفكوك العليا ٠٠ تهاجم الأفراد الغريبة عن المستعمرة وتسد برؤوسها الثقوب فى الممرات والطرق وتفرز من ثقب فى رأسها مادة لزجة على الأفراد الغريبة فتشل حركتها حتى تموت ٠٠ تساعد فى نظافة المستعمرة ، كما أنها تنظم المرور فيها ٠

الفرق بين النمل الأبيض والنمل العادى :

الصفة	النمل الأبيض	النمل العادى
١ ـ اللون	باهت ٠٠ لون الخشب	قاتم
٢ ـ الجسم	رخـــو	صلب
٣ ـ الأجنة	الأمامية والخلفية متســاوية فى الشكل والحجم ٠	الأجنحة الخلفيــة أصغر من الأمامية واقل تعريقا
٤ ـ البطن	حلقاتها محازية لحلقات الصدر ٠	به اختناق عند القاعدة ويتصــل بالصدر بخصر ضيق ٠
٥ ـ التطور	تدريجى ٠	تــام ٠

اماكن وجود الحشرة :

يوجد النمل الأبيض حيث توجد الأخشاب وغيرها من المواد السيلولوزية ·

الضرر :

يتغذى النمل الأبيض على الاخشاب والمواد السيلولوزية ·· يحدث اضرارا كبيرة للأثاث والأبواب والنوافذ والكتب والمخطوطات والوثائق ·

مظهر الاصابة :

١ ـ وجود سراديب من الطين والرمل على شكل أنابيب تصنعها الحشرات أثناء تجوالها للبحث عن الغذاء ·· وتلاحظ هذه السراديب على أسطح الجدران وأخشاب النوافذ ·

٢ ـ وجود تآكل خطير فى الكتب والمخطوطات والوثائق والأخشاب ·

٣ ـ مشاهدة الأجنحة التى تسقط من الأفراد المجنحة فى مواسم الهجرة والجماع ·

رتبة الحشرات الحرشفية الأجنحة

Order : Lepidoptera

Lepido = scales — حراشيف

Ptera = Wings — أجنحة

الاسم الدارج لحشرات هذه الرتبة : الفراشات والسوس ·

Butterflies and Moths

حشرات هذه الرتبة لها زوجان من الأجنحة التى تغطيها حراشيف متراكبة ذات أشكال وألوان مختلفة ·· يتصل الجناحان الخلفى والأمامى فى كثير من الحشرات اتصالا محكما أثناء الطيران ·· أجزاء الفم ماصة ·

اليرقات فى هذه الرتبة تسمى باسم (Cater Pillars) وهى غالبا من النوع الاسطوانى ويتكون جسمها من الرأس والصدر (ثلاث حلقات) والبطن (عشر حلقات) يحمل الصدر أرجلا كما تحمل البطن خمسة ازواج من الأرجل الكاذبة على الحلقات ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ١٠ ·· العذارى من النوع المكبل ·

هذه الرتبة تشمل أنواع أبى دقيق والفراشات ·· الأولى تطير نهارا أما الثانية فتطير ليلا ·· تتغذى الحشرات الكاملة على رحيق الأزهار

وعصـــارة الفواكه التالفة ٠٠ أما اليرقات وهى الطور الضار فتتغذى على مختلف أنواع النباتات والمواد المخزونة والمواد البروتينية ٠

Family : Tineidae

Tinea Pellionella L.

الاسم الدارج : دودة الملابس ذات الكيس ٠٠

The case making cloth's moth

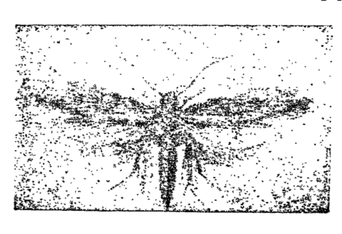
وهى حشرة واسعة الانتشار فى العالم ٠

الحشرة الكاملة :

صغيرة الحجم رهيفة ٠٠ المسافة بين الجناحين حوالى ١٥ مم ٠٠ الجناح الأمامى بنى فاتح عليه بقع صغيرة سوداء والجناح الخلفى أفتح لونا من الأمامى وعليه أهداب طويلة ٠٠ تفضـــل الفراشـــات الظلام الى حد ما ٠٠ ومن مميزات هذه الحشرات أنها تطير لتختبىء فى ثنايا الأقمشة او الكتب والمخطوطات المصابة اذا حدث أى اضطراب أو اهتزاز لها ٠

اليرقة :

الطول عند تمام النمو حوالى ١٢ مم ٠٠ اللون أبيض سمنى ٠٠ تعيش داخل كيس من الحرير متين النسيج ٠٠ وكلما زاد حجمها كلما زاد اتساع هذا الكيس ٠٠ وعند السير تبرز اليرقة الجزء الأمامى من جسمها فقط وتجر الكيس معها ، وعند الشعور بالخطر تختبىء بسرعة داخله ٠



« دودة الملابس ذات الكيس »

الضــرر :

تتغذى اليرقات على الفراء والسجاد والأنسجة الصـوفية والجلود وتحدث فيها ثقوبا لأن لها القدرة على هضم الكيراتين والبروتين المكون للصوف والجلد والشعر والفراء والريش ، ولكنها لا تتغذى على المواد الصناعية كالنايلون والداكرون والأورلون وغير ذلك ٠

رتبة الحشرات الغمدية الأجنحة

Order : Coleoptera

غمـــد Coleo = Sheath

أجنحة Ptera = Wings

تعتبر هذه الرتبة أكبر الرتب من حيث عدد الحشرات التى تشتمل عليهـــا ٠

مميزات الرتبـــة :

١ ــ أجزام الفم فى الحشرة الكاملة قارضة ٠

٢ ــ الحشرات ذات الأجنحة لها زوجان ، الزوج الأمامى منها متحور الى غمد يحمى ما تحته ويطلق عليه اسم جناح غمدى ، وبالانجليزية اسم (Elytra) ويتقابل الجناحان أو الغمدان الأماميان فى خط وسطى مستقيم فوق ظهر الحشرة وذلك فى حالة عدم الطيران ، أما الزوج الثانى من الأجنحة فهو شفاف نوعا ، كبير الحجم ينطوى تحت الزوج الأمامى الغمدى عند عدم الاستعمال ، وأحيانا يكون الزوج الثانى من الأجنحة غير موجود ، وفى هذه الحالة يصبح الغمدان ملتحمان بجسم الحشرات ٠٠ مثال ذلك الخنفســاء المنزلية وبعض أنواع الســوس ٠

٣ ــ الحلقة الصدرية الأولى كبيرة سهلة الحركة ، اما الحلقة الصــدرية الثانية فمختزلة كثيرا ٠

٤ ــ اليرقة ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Grub) اما أن تكون منبسطة أو مســتديرة أو مقوســة ٠٠ وأجزاء الفم فى اليرقة اما أن تكون قارضة أو ماصة ٠٠ ولهذه اليرقات أرجل صدرية فقط وليس لها أرجل بطنية ٠

٥ ــ التطور تام (بيضة ــ يرقة ــ عذراء ــ حشرة كاملة) ٠

٦ ـ العذراء حرة أى أن الأرجل والأجنحة وقرون الاستشعار سائبة وغير ملتصقة بالجسم ٠٠ والعذراء اما أن توجد عارية أو داخل شرنقة مصـنوعة من افرازات حريرية أو من قطع من الخشـب تلصقها الحشرات بعضها ببعض أو من الطين ٠

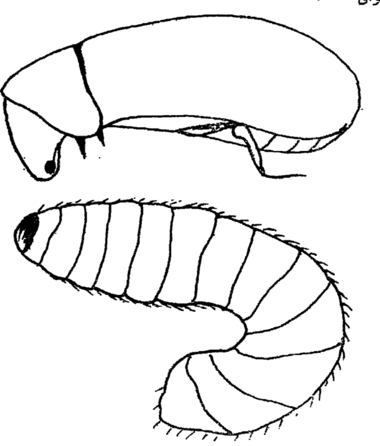
Family : Anobiidae

Lasioderma serricorne F.

الاسم الدارج : خنفساء السجاير ٠٠

The cigarette beetle or Tobacco beetle

وهى حشرة صغيرة الحجم غليظة الجسم طولها يتراوح من ٢ الى ٣ مم ٠٠ اللون بنى فاتح والرأس منحنية الى أسفل تحت منطقة الصدر الأمامى ولا تظهر م نأعلى ٠٠ ولقد وجدت هذه الحشرة بأعداد كبيرة فى أوانى من الالباستر عثر عليها فى مقبرة توت عنخ آمون التى يرجع تاريخها الى حوالى ٣٥٠٠ سنة ٠



« خنفساء السجاير ـ الحشرة الكاملة واليرقة »

اليرقة :

مقوسة تمتاز بكثرة الشعر الذى يغطى الجسم ٠

الضــرر :

تعيش على المـواد النبـاتية التى بدأت فى التحلل وعلى المصنوعات الخشبية والأثاث ٠٠ وتهاجم الكتب والمخطوطات والوثائق ، كما توجد فى المهملات وتكثر بين نماذج المتاحف وبين منتجات البقالة والأدوية ٠٠ وتوجد أنواع منها تعيش سنين طويلة داخل صناديق محكمة الغلق دون غـذاء أو ماء ٠

Family : Ptinidae

<u>Gibbium</u> <u>Psylloides</u> C.

الاسم الدارج : الخنفساء العنكبوتية ٠٠ (Spider beetle)

الحشرة الكاملة صغيرة الحجم جدا يتراوح طولها ما بين ٣ ، ٤ مم ٠٠ الرأس والصدر الأمامى أقل كثيرا فى العرض من الأغمدة٠٠الجسم برغوثى الشكل مضغوط الجانبين محدب ٠٠ الأرجل وقرون الاستشعار طويلة ٠٠ تشبه العنكبوت فى مظهرها ٠٠ اللون عسلى لامع ٠

ولقد وجدت هذه الحشرة بأعداد كبيرة فى آنية من الالباستر عثر عليها فى مقبرة توت عنخ آمون بالقرنة بالبر الغربى من الأقصر ويرجع تاريخها الى حوالى ٣٥٠٠ سنة ٠

اليرقة :

لونهـــا أبيض والرأس صفراء مغطـاة بشعر كثيف يتراكم عليه التـراب ٠

اماكن وجود الحشرة والضرر الناتج عنها :

توجد هذه الحشرة فى المنازل ومخازن البقالة والأدوية وفى المتاحف ودور الكتب والأرشيف والوثائق والمبانى الخشبية القديمة ، وكثيرا ما ترى على الجدران ٠

تتغذى على بقايا مواد الطعـام والدقيق والمواد الدهنية والأغـذية المخزونة ٠٠ وتتغذى أيضاعلى المواد الصوفية والجلدية وغير ذلك ٠



« حشرة الخنفساء العنكبوتية »

Family : Dermestidae

الاسم الدارج : خنافس الجلود

تعتبر حشرات هـذه العائلة من أهم حشرات المتاحف ودور الكتب والأرشيف والوثائق ، وتتميز بأن جسمها مغطى بحراشيف قصيرة مختلفة الألوان ·· ويغطى جسم اليرقات شعر طويل وكثيف وخاصة فى مؤخرة الجسم ، ولذلك يطلق عليها بالانجليزية اسم (Wooly bears)

تتغذى اليرقات على الجلود والمواد الصوفية والحريرية والغراء والسجاجيد ومقتنيات المتاحف ·· وينتج الضرر عن اليرقات فقط أما الحشرات الكاملة فتتغذى على رحيق الأزهار ·

(a) Dermestes macutatus de Geer

(= D. Vulpinus F.)

الاسم الدارج : خنفساء الجلود ·

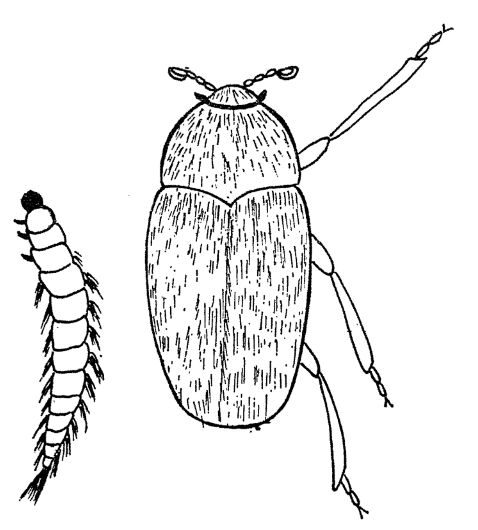
The hide or Leather beetle.

الحشرة الكاملة :

طولها يتراوح من٦ الى ٨ مم ·· لونها أسود·· يغطى الصدر والغمدين حراشيف بيضاء اللون ·· يلاحظ أن هذه الحراشيف توجد بكثرة على السطح البطنى فيبدو أبيض اللون ·

اليرقة :

لونها أبيض عند الفقس ثم يغمق اللون تدريجيا ‎..‎ الطول حوالى ١٢ مم ٠



« خنفساء الجلود ـ الحشرة الكاملة واليرقة »

الضـــرر :

تتغـذى اليرقات على مواد متنـوعة مثل الجـلود والجبن المجفف والأسـماك المجففة واللحوم الجافة والعظام والمواد الفلينية ، الا أنها تفضل الجلود بصفة عامة ٠

(b) Attagenus gloriosus F.

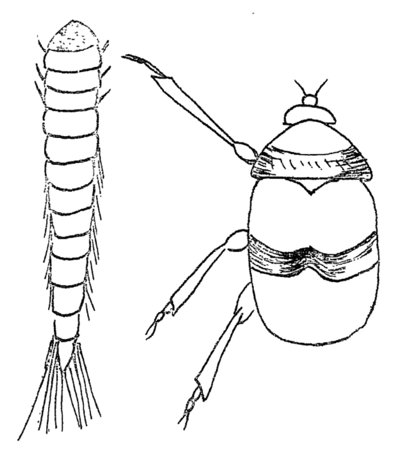
الاسم الدارج : خنفساء الملابس ذات الحرف W :

الحشرة الكاملة :

طولها حوالى ٥ مم ·· الجسم مطاول ·· اللون بنى ·· ينتشر على الغمدين حراشيف صفراء على شكل حرف (١٧) أما باقى الجسم فتغطيه حراشيف بيضاء اللون ·· وقد لوحظ أن هذه الحشرة لها القـدرة على تصنع المـوت اذا ما أحست بخطر ، وعندئذ تضـم أطرافهـا الى جسمها وتستلقى على ظهرها وتظهر كأنها ميتة ·

اليرقة :

اسطوانية يغطى جسمها شعر كثيف وخاصة عند مؤخرة الجسم ·



« خنفساء الملابس ذات الحرف ١٧ الحشرة الكاملة واليرقة »

الضـرر :

تتغذى اليرقات على الأصواف والجلود والمنتجات الحيوانية المجففة ·

(c) Anthrenus Verbasci L.

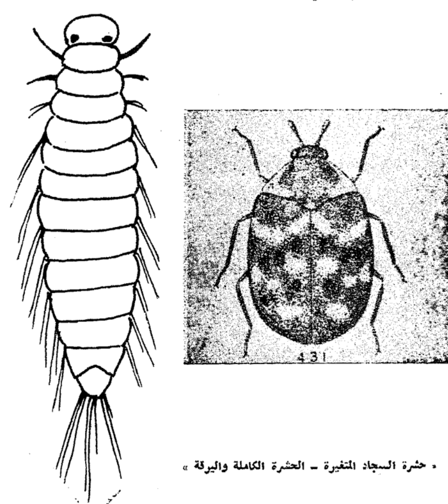
الاسم الدارج : خنفساء السجاد المتغيرة ..
The Varied carpet beetle

الحشرة الكاملة :

حشرة بيضاوية الشكل عريضة يتراوح طولها من ٥ر١ الى ٣ مم .. سميت بخنفساء السجاد المتغيرة تبعا لتغير وضع الحراشيف المختلفة الألوان على ظهر الحشرة .. وهذه الألوان هى الأبيض والبنى والأصفر وتظهر مرتبة على ظهرها مكونة شكل ٧٧ ، وخلفها توجد بقعتان من نفس اللون .. البطن مغطى بحراشيف بيضاء كثيفة .

اليرقة :

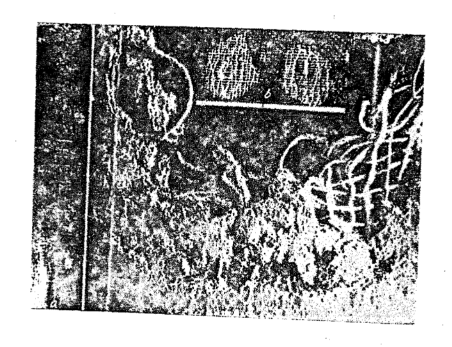
قصيرة مغطاة بشعر كثيف وتتميز بوجود ثلاثة أزواج من الخصلات الطرفية الكثيفة القوية فى نهاية الجسم من الخلف .. وتقف هذه الخصلات اذا أزعجت اليرقة مكونة كرات صغيرة .



« حشرة السجاد المتغيرة ـ الحشرة الكاملة واليرقة »

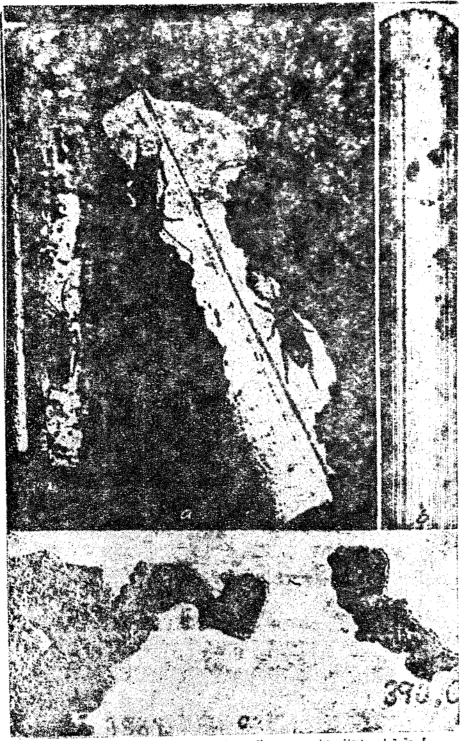
الضرر :

تتغذى اليرقات على الحديد والأصواف ومنتجاتها من سجاد ومنسوجات صوفية كما تتغذى على ريش الطيور المحنطة والقرون والجلود والمنتجات الحيوانية المجففة .



لوحة توضح التلف الذى أصاب القماش المغلف لأحد الكتب بفعل حشرة الصرصور الأمريكى .. وفيها الجزء (أ) يمثل كعب الكتاب بالحجم الطبيعى ويمكن ملاحظة ما أصابه من تلف .. الجزء (ب) يمثل منطقة تالفة بفعل الصرصور بحجم مكبر ويلاحظ مدى ما أصابها من تلف ، وقد أتلف الصرصور المواد اللاصقة والمالئة تماما ولم يبق سوى بعض الخيوط المتهالكة .. أما الجزء (ج) فيمثل مساحة من الغلاف مكبرة جدا لاظهار مدى التلف الذى أصابها ، ويلاحظ أن الصرصور قد أتلف تماما المواد المالئة واللاصقة وكذلك النسيج ذاته .

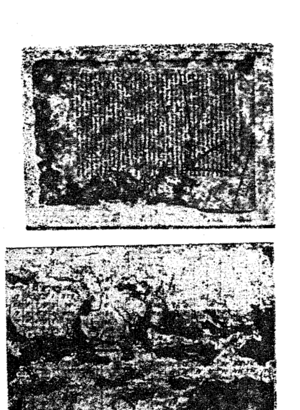
(After Smithonian Institute



لوحة توضح التلف الذى يصيب الكتب بفعل الصرصور الامريكى .. وفيها الجزء (ا) يمثل التلف الذى أصاب القماش المغلف للسطح الأسفل من أحد الكتب .. اما الجزء (ب) فيمثل البقع التى تلوثت بها الأطراف الخارجية من اوراق كتاب .. وهى تبدو فى الصورة كما لو كانت من الحبر ، ولكنها فى الواقع ناتجة عن الافرازات داكنة اللون التى تفرزها الصراصير أثناء التهامها للكتب .. اما الجزء (ج) فيمثل عنوان الكتاب بعد أن أتلفته الصراصير .

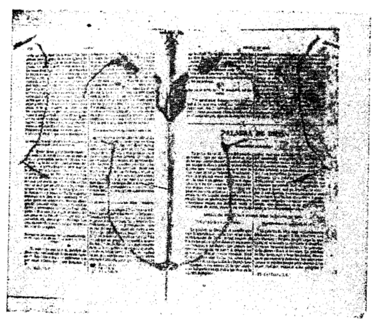
After Smithonian Institute

صورة تمثل التلف الذى أصاب أوراق أحد المخطوطات بفعل حشرة السمك الفضى



لوحة تمثل التلف الشديد الذى أصاب بعض الوثائق بفعل حشرة التيرميتس (النمل الأبيض) ويلاحظ بوضوح على سطح الوثائق التالفة بقايا الطين الذى استخدمة النمـــل الأبيض فى بناء خنادقه .

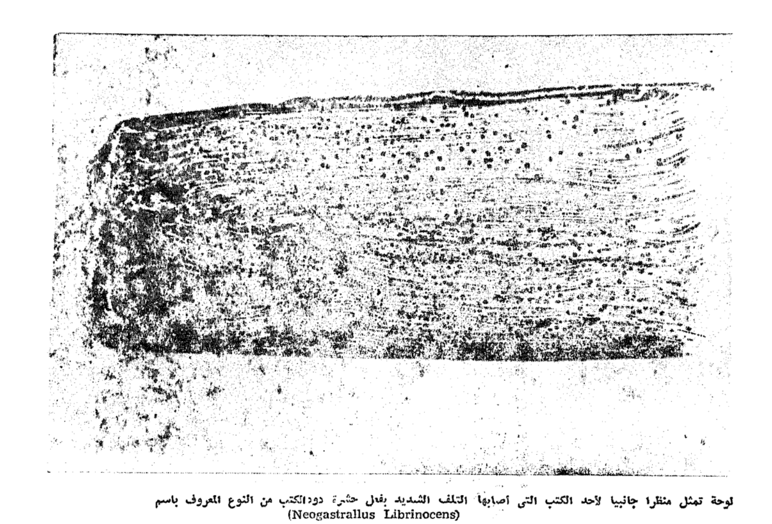
After Smithonain Institute.



لوحة تمثل التلف الذى اصاب صفحات احد الكتب بفعل حشرة التيرميتس (النمــل الأبيض) من النوع المعروف باسم تيرميتس الخشب الجاف .

ويلاحظ ان التلف قد حدث فى الأماكن التى بنى فيها النمل الأبيض خنادقا له .

After Smithonain Institute.



لوحة تمثل منظرا جانبيا لأحد الكتب التى أصابها التلف الشديد بفعل حشرة دود الكتب من النوع المعروف باسم
(Neogastrallus Librinocens)
ويلاحظ ان صفحات الكتاب ملتصقة بعضها ببعض بفعل السائل الزج الذى تفرزه هذه الحشرة لتقوى به جوانب الخنادق التى تعيش فيها .
After Smithonain Institute.



لوحة بالحجم الطبيعى تمثل احد الكتب التى أصابها التلف الشديد بفعل حشرة دود الكتب من النوع المعروف باسم :

(Hawaiian Catorama book Worm)

After Smithonain Institute.

ثانيا ـ المقــاومة والابادة :

تحكم أعمال مقـاومة وابادة الحشرات فى دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية والمخازن الملحقة بها عمليتان على أكبر قدر من الأهمية وهما :

(أ) عمليــة المراقبــة والتفتيش الدورى بغرض الوقوف على مدى اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بالحشرات ٠

(ب) عملية الدراسات المعملية بغرض التعرف على أنواع الحشرات المتواجدة والوقوف على طبيعــة ونوعية الاصابة والعوامل المتعلقة بحيــاة الحشرات بين هذه المقتنيات ٠

ومن الضرورى أن تسير أعمال المراقبة والتفتيش والدراسات المعملية وفق خطة مؤداها الاجابة على الأسئلة الهامة التالية :

١ ـ هل توجد حشرات بين الكتب والوثائق والمخطوطات أم لا ؟

٢ ـ ما هى العلاقة بين وجود الحشرات وبين الظروف السائدة فى أماكن العرض والتخزين ؟

٣ ـ كيف استطاعت الحشرات الوصول الى أماكن العرض والتخزين ؟

٤ ـ ما هى أنواع الحشرات الموجودة ؟

٥ ـ هل الاصابة بالحشرات قديمة أم حديثة ؟

٦ ـ ما هى المكونات الداخلة فى تركيب الكتب والمخطوطات والوثائق التى تصلح كغـذاء أو عوائل للحشرات الموجـودة بأماكن العرض والتخزين ؟

٧ ـ ما هى طبيعة ونوعية التلف الذى نتج عن الاصابة بالأنواع المختلفة من الحشرات التى عثر عليها بين الكتب والمخطوطات والوثائق ؟

وفيما يلى سوف نتناول الطرق والمواد الشائعة الاستعمال فى عمليات مقاومة وابادة الحشرات التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق ٠٠ وهى الحشرات التى سبقت الاشارة اليها فى هذا الفصل ٠

السمك الفضي : (Silver fish)

ومن أهم طرق مقاومته وابادته الطرق الآتية :

١ ـ تنظيف الكتب والمخطوطات والوثائق واستعمالها بصفة مستمرة لازعاج الحشرات المختفية بينها ٠

٢ ـ استعمال المواد الكيميائية الآتية :

ـــ كرات النفتالين لطردها ٠

ـــ البارادا يكلوروبنزين (البارادكس) ٠

يوضع ٢٠٠ جم من البارادكس فى خزانات العرض على أن تظل مغلقة لمدة ثلاثة أيام على الأقل ٠

ـــ المستحضرات التى يدخل فى تركيبها البيريثروم (Byrethrum)

ـــ ال د٠ د٠ ت الذائب فى الكيروسين بنسبة ٥٪ رشا ٠

ـــ التبخير بأبخرة حمض الهيدروسيانيك ٠٠ مع مراعاة أن هذا الحمض سام جدا ٠٠ ولهذا يجب ان تجرى عملية التبخير بهذا الغاز تحت اشراف الاخصائيين لتلافى أخطار التسمم به ٠

ـــ ثانى كبريتور الكربون تبخيرا ٠

ـــ مسحوق اللندين القابل للبلل ٠٠ يضاف الى شمع الأرضيات بنسبة ١٪ ٠٠ وتؤدى هـذه المعاملة الى قتل الحشرات التى تتجول على الأرضيات ٠

الصراصير : (Cockroaches)

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلى :

١ ـ مراعاة النظافة التامة ٠

٢ ـ جمع أكياس البيض وحرقها ثم سـد الشـقوق وتنظيف ما حـول البالوعـات وخلف الدواليب وتركيب شـبكات ضيقة العيـون من السلك على الشبابيك وخاصة دورات المياه ٠

٣ ـ قتل ما يمكن قتله من الصراصير باستعمال الطرق اليدوية ٠

٤ ـ استعمال المواد الآتية :

— مادة الكلوردان تعفيرا بنسبة من ٢ الى ٥٪ أو رشا على صورة محلول فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٢٪ أو على صورة مستحلب مع الماء ٠٠ وذلك فى الأماكن التى تتجمع فيهـا الصراصير وخصوصا تحت البالوعات وأنابيب المياه والشقوق التى توجد فى الحوائط ٠

— مشابه الجاما لمادة سادس كلوروالبنزين (GAMMA-hexachlorobenzene)

بنسبة من ١٪ الى ٢٪ رشا أو تعفيرا ٠

— مبيد السيفين (Sevin) تعفيرا ٠

— مسحوق ال د٠ د٠ ت ١٠٪ تعفيرا أو بخلطه مع فتات من المواد النشوية أو مذابا فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥٪ ٠

— مخلوط من فلوريد الصوديوم والبيريثروم بنسبة ٣ : ١ بالحجم تعفيرا ٠

— مخلوط من البوراكس والبيريثروم بنسبة ١ : ١ بالحجم تعفيرا ٠

— التبخير بغاز حمض الهيدروسيانيك اذا كان المكان موبوءا بدرجة لا تنفع معها احدى الطرق السابقة ٠

النمل الأبيض : Termites or white ants

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلى :

١ ـ اجراءات وقائية : وتتلخص فيما يلى :

— معالجة الأخشاب المستخدمة فى البناء أو فى صناعة الدواليب وخزانات العرض وخصوصا تلك التى ستكون على اتصال مباشر بالأرضيات والحوائط بغمرها فى الكريوزوت الساخن لمدة ٢٤ ساعة ٠

— تزويد مبانى دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية بوسائل الاضاءة والتهوية المناسبة للتقليل من فرص مهاجمتها بالحشرة ٠

٢ ـ الاجراءات العلاجية : وتتلخص فيما يلى :

— ازالة جميع الأنفاق والسراديب التى تصنعها الحشرة على الحوائط والأخشاب ٠

— رش الحوائط والأخشاب من الداخل والخارج باحدى المواد الكيميائية الآتيـــة :

(أ) الكريوزوت التجـــارى الذائب فى الكيروسين عديم الرائحـــة بنسبة ٥٪ ·

(ب) مسحوق الـ د· د· ت الذائب فى الكيروسين عديم الرائحـة بنسبة ٥٪ ·

(جـ) مشـــــابه الجـاما لمـادة سادس كلورو البنـزين الذائب فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥ر٠ ٪ ·

(د) مستحلب الكلوردان ٧٥٪ مع الماء بنسبة ٢٪ ·

(هـ) أندرين بنسبة تتراوح من ٥ر٠ ٪ الى ١ ٪ ·

ويكرر العلاج سنويا حتى تتوقف الاصابة تماما ·

دودة الملابس ذات الكيس : The case making cloth's moth

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلى :

١ ــ استعمال الكتب والمخطوطات والوثائق وتنظيفهـا بصفة مستمرة وتهويتها وتعريضها لأشـــعة الشمس بعـــد استخلاص الأشعة فوق البنفسجية منها ·

٢ ــ لف ما يخزن من الكتب والمخطوطات والوثائق فى أكياس من النايلون حتى لا تتمكن الحشرة من النفاذ اليها ووضع البيض بين أوراقها ·

٣ ــ حفظ الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة فى ثلاجات لفترة من الوقت اذ ثبت أن اختلاف درجات الحرارة يؤدى الى قتل الحشرة ·

٤ ــ تزويد الدواليب وخـزانات العرض بالمواد الكيميـــائية الطـاردة للحشرات مثل النفتالين والبارادكس ·

٥ ــ فى حالة الاصـــابة الشـــديدة لابد من تعريض الـكتب والمخطوطات والوثائق لأبخرة ثانى كبريتور الكربون أو حمض الهيدروسيانيك ·

خنـافس الجلود : (Dermestidae)

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلى :

الطرق الوقائية : وتشمل :

١ ــ وقاية الكتب والمخطوطات والوثائق من الاصـــابة بهـذه الحشرات

وذلك باستعمال مواد كيميائية طاردة سريعة التبخر مثل النفتالين والبارادكس والكافور ٠

ولا يفوتنا أن ننوه الى أن مفعول هذه المواد مؤقت ويتلاشى بمجرد تطايرها ٠

٢ ــ الوقاية الدائمة بمعالجة الكتب والمخطوطات والوثائق وخاصة المصنوعة من الجلد أو الرق بمحاليل المواد الكيميائية العضوية التى تحتوى على الكلور ، وذلك على أساس أن الكلور يجعل الألياف غير قابلة للهضم بالنسبة للبرقات ٠

٣ ــ تخزين الكتب والمخطوطات والوثائق عند درجة حرارة منخفضة (من ٤ الى ٥ م) اذ ثبت من الدراسات التى أجريت فى هذا الصدد أن درجة الحرارة المنخفضة توقف تغذية البرقات وان كانت لا تميتها ٠

٤ ــ التنظيف المستمر والتهوية الدائمة ٠

٥ ــ استعمال الكتب والمخطوطات والوثائق بصفة مستمرة ٠

الطرق العلاجية ــ وتشمل :

١ ــ استعمال المبيدات ذات الأثر المتبقى لفترة طويلة مثل السيفين ٤ر٠ ٪ وال د٠ د٠ ت ١٠ ٪ والأندرين ٥ر٠ ٪ ٠

٢ ــ استعمال مواد الرش التى تحتوى على البيرثرين حيث أنها تقتل البرقات والحشرات الكاملة ٠

٣ ــ التبخير ــ اذا اقتضى الحال ــ باحدى الغازات السامة مثل غاز حمض الهيدروسيانيك وغاز الكلوربكرين ورابع كلوريد الكربون ٠

ولا يفوتنا أن ننوه فى هذا الصدد الى الخطورة الكبيرة التى قد يتعرض لها القائمون بأعمال مقاومة وابادة الحشرات من جراء استخدام المبيدات الحشرية٠٠ولهذا فاننا ننصح بمراعاة الاحتياطات الآتية عند استعمال المبيدات الحشرية فى أعمال مقاومة وابادة الآفات الحشرية :

١ ــ اتباع تعليمات الشركات المنتجة للمبيدات بكل دقة ٠

٢ ــ الاحتفاظ بالمبيدات الحشرية فى خزانات محكمة الغلق بعيدا عن أيدى غير المختصين ٠

٣ ـ ضرورة كتابة البيانات الخاصة بالمبيد على الاناء الذى يحتويه ٠

٤ ـ تحضير محاليل المبيدات الحشرية فى أماكن مكشوفة جيدة التهوية ٠

٥ ـ يحظر التدخين نهائيا عند استخدام المبيدات ٠

٦ ـ تزال مصادر اللهب ويقطع التيار الكهربائى عند استخدام محاليل المبيدات الحشرية فى المذيبات العضوية ٠

٧ ـ ضرورة ارتداء الأقنعة الواقية عند استخدام المبيدات الحشرية ٠

٨ ـ يحظر استخدام كل من الملاثيون واللندين والديازينون والكلوردان والداى الدرين فى رش أو تعفير صالات العرض أو المخازن بل يجب أن يقتصر استخدام هذه المبيدات فى معالجة مخابىء الحشرات فقط ٠

٩ ـ يجب عزل الحجرات المعالجة بالمبيدات لمدة ٢٤ ساعة على الأقل ٠

١٠ ـ يجب غسل الأيدى جيدا بالماء والصابون بعد الانتهاء من أعمال المقاومة والابادة ٠

١١ ـ اعدام أوانى المبيدات الفارغة فورا ٠

١٢ ـ اذا حدث واستنشق شخص مبيدا حشريا يجب نقله فورا الى مكان جيد التهوية واسعافه بالاسعافات الأولية واستدعاء الطبيب دون ابطاء ٠

وفى نهاية الحديث عن مقاومة وابادة الحشرات يجدر القول بأن مداومة تنظيف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بصفة دورية تعتبر من أفضل الوسائل لصيانتها من خطر الاصابة بالآفات الحشرية ٠٠ وفى هذا الصدد فاننى أرى أن تجرى أعمال النظافة وفق الأسلوب الآتى :

١ ـ تنقل الكتب والمخطوطات والوثائق من أماكنها على الأرفف أو خزانات العرض الى أماكن مكشوفة جيدة التهوية بعيدا عن صالات العرض والمخازن ٠٠ ويجب أن يتم النقل باستخدام أدراج معدنية حتى لا تسقط الحشرات أو اليرقات من الكتب والمخطوطات أو الوثائق أثناء النقل ومن ثم تتوارى فى مخابىء يصعب الوصول اليها ٠

٢ ـ تنظيف الكتب والمخطوطات والوثائق واحدا تلو الآخر باستخدام فرشاة ناعمة أو بالضرب عليها برفق شديد مع ضرورة الاحتفاظ بمخلفات الحشرات ذات الدلالة للاستعانة بها فى عمليات الدراسة العملية وتدوين المشاهدات التى تتعلق بكيفية ونوعية التلف ٠

٣ ـ عزل الكتب والمخطوطات والوثائق التى تحتاج الى علاج وترميم ٠

٤ ـ تنظيف الأسقف والجدران والأرفف والأثاث ٠٠ ويلى ذلك رش أو تعفير صالات العرض والمخازن اذا احتاج الأمر ٠

٥ ـ تنظيف الأرضيات بصفة مستمرة ودهانها بالورنيش المضاف اليه اللندين القابل للبلل بنسبة ١٪ ٠

٦ ـ سد الثقوب والشقوق الموجودة بالأرفف والخزانات وازالة ما قد يكون بها من العشوش أو أكياس البيض قبل اعادة الكتب والمخطوطات والوثائق اليها ٠

الفصل الثانى

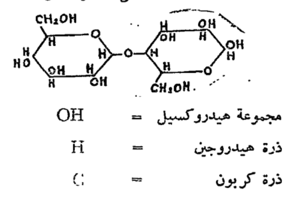
الكائنات الحية الدقيقة وطرق مقاومتها وأبادتها

الدور الذى تلعبه الكائنات الحية الدقيقة فى تلف المواد

أولا ـ الورق والبردى :

قبل أن نتناول الدور الذى تلعبه الكائنات الحية الدقيقة فى تلف الورق والبردى بوصفهما من المواد المصنوعة بصفة أساسية من السليولوز، اجد أنه من الضرورى التحدث ولو بايجاز شديد عن البناء التركيبى لألياف السليولوز حتى تتضح لنا كيفية تحلله الميكروبيولوجى ٠

والسليولوز فى أبسط صوره يتكون من عدد متغير من جزيئات أو وحدات الجلوكوز التى ترتبط معا فى المواقع ١ ، ٤ عن طريق فقد الماء مكونة بنـاء خطيـا على هيئـة سلاسل تعرف باسم سلاسل السليولوز (Cellulose chains) وذلك على النحو التالى :



ويختلف طول سلاسل السليولوز بدرجة كبيرة فى الأنواع المختلفة من السليولوز .. وبصفة عامة تتكون هذه السلاسل من وحدات من الجلوكوز يتراوح عددها ما بين ٢٠٠ ، ١٠٫٠٠٠ وحدة .

وينقسم السليولوز تبعا لقابليته للذوبان فى محلول الصودا والأحماض الى الأطوار ألفا وبيتا وجاما .. ونجد أن الألفا سليولوز لا يذوب فى محلول من هيدروكسيد الصوديوم درجة تركيزه ١٧٫٥٪ . بينما يذوب كل من البيتا والجاما سليولوز فى هذا المحلول على الفور .. ومن ناحية أخرى نجد أن البيتا سليولوز يترسب ثانية فى محلول هيدروكسيد الصوديوم بفعل الأحماض بينما يظل الجاما سليولوز ذائبا .. وتتوقف هذه الخاصية فى نظر بعض الدارسين على عدد وحدات الجلوكوز التى تتكون منها سلاسل الأنواع المختلفة من السليولوز .. ويرى هؤلاء الدارسين أن الألفا سليولوز يتكون من سلاسل تحتوى على أكثر من ٢٠٠ وحدة من وحدات الجلوكوز ، أما البيتا سليولوز فيتكون من سلاسل تحتوى على عدد من وحدات الجلوكوز يتراوح ما بين ١٠ ، ٢٠٠ وحدة ، بينما يتكون الجاما سليولوز فى نظرهم من الهيميسليولوز (Hemicellulcse) الذى تحتوى سلاسله على أقل من عشر واحدات من الجلوكوز .

وتبنى جزيئات السليولوز فى الطبيعة بحيث تكون السلاسل المكونة لها متوازية الى حد كبير .. وقد اتضح من دراسة التركيب البنائى للسليولوز باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية أن المناطق التى تكون فيها السلاسل السليولوزية متوازية ومتلاحمة تتميز بتركيب بللورى محدد ترتبط فيه السلاسل بروابط مشتركة قوية فى الاتجاهات الثلاثة ، أما المناطق التى تكون فيها السلاسل غير متوازية وغير ملتحمة فانها تكون غير منتظمة الشكل ولا تتميز بهذا التركيب البللورى المحدد .. ومن ناحية أخرى فقد ثبت بالدراسة أن المناطق التى تتميز بتركيب بللورى محدد تقاوم تأثير المواد الكيميائية بينما المناطق الأخرى غير المتبلورة تتحلل بفعل هذه المواد ، فضلا عن كونها تنتفخ بالماء وذلك بسبب احتوائها على فراغات كثيرة تزيد من نفاذيتها سواء للماء أو للمحاليل الكيميائية .

العوامل التى تتحكم فى مدى قابلية السليولوز للتحلل الميكروبيولوجى

١ ـ طول سلاسل السليولوز (درجة التبلمر) :
Chain Length (Degree of Polymerization)

تتكون المواد الخام التى تستخدم فى صناعة الورق من أنواع كثيرة

من الألياف السليولوزية ذات التراكيب البنائية المختلفة ٠٠ ونجد أنه بينما تتكون ألياف القطن الخام من جزئيات من السليولوز ذات درجة تبلمر تزيد على ٣٥٠٠ (D.P. 3500) فان خيوط القطن تتكون من جزيئات من السليولوز ذات درجة تبلمر تتراوح ما بين ١٠٠٠ ، ٣٠٠٠ أما الألياف السليولوزية التى مرت بمرحلة أو أكثر من مراحل التصنيع فانها تتكون من جزيئات من السليولوز ذات درجة تبلمر تتراوح ما بين ٢٠٠ . ٦٠٠ ٠

وتؤدى عملية تصنيع لب الورق ، وهى الخطوة الأساسية فى عملية صناعة الورق الى حدوث نقص كبير فى طول سلاسل السليولوز أو فى درجة التبلمر عن طريق تكسير سلاسل السليولوز الطويلة ٠٠ وقد أثبتت الدراسات أن الألياف السليولوزية فى لب الورق تتكون من جزيئات من درجة تبلمر تتراوح ما بين ٦٠٠ ، ١٠٠٠ بالاضافة الى وجود بعض نواتج ذات درجة تبلمر أقل من ذلك بكثير ٠

وفى الواقع فان درجة التبلمر تلعب الدور الأساسى فى تحديد مدى مقاومة جميع المواد المتبلمرة الطبيعية ، ومنها السليولوز بطبيعة الحال ، للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠٠ بل نجد أنها تلعب الدور الرئيسى أيضا فى تحديد عدد ونوعيـة الكائنات الحيـة الدقيقـة التى تستطيع استخدام هذه المواد فى عملية التمثيل الغذائى ٠٠ ويرجع هذا فى الحقيقة الى الاختـلاف النسبى فى قابلية جزجيئـات السليولوز الكبيرة والصغيرة للذوبان ٠٠ ومن هذا المنطلق نجد أن معظم الكائنات الحية الدقيقة قادرة على هضم الجلوكوز والدكسترين بفعل الأنزيمات الداخلية (Endo enzymes) التى تفرز داخل هذه الكائنات ، أما فى حالة المواد الكربوهيدراتية ذات الجزيئات كبيرة الحجم وغير القابلة للذوبان فان الكائنات الحية الدقيقة التى تهاجمها تحولها أولا الى مواد قابلة للذوبان عن طريق تكسيرها الى جزيئات صغيرة الحجم بفعل أنزيمات خارجية (Exoenzymes) متخصصة ، ومن ثم تســتطيع هضمها بفعل الأنزيمـات الداخليـة التى تفرز داخل الخلايا ٠٠ وعلى سبيل المثال نجد أن قابلية الجيلاتين وهو أحـد المواد البروتينية للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة كبيرة جدا نظرا لصغر حجم جزيئاته المتبلمرة وقابليته للذوبان بينما نجد أن الكولاجين وهو أيضا من المواد البروتينية لا يصاب الا بعدد محدود جدا من الكائنات الحية الدقيقة نظرا لكبر حجم جزيئاته المتبلمرة وعدم قابليته للذوبان ٠٠ والواقع أن الكائنات الحية الدقيقة التى تهاجم الألياف السليولوزية تتميز بقدرتها على تكسير جزيئات السليولوز الكبيرة وتحويلها الى مادة قابلة للذوبان ، وذلك بفعل الأنزيمات الخارجيـة المتخصصـة التى تقـوم بافرازها ٠٠ وتأسيســا على ذلك وفيما يتعلق بالمواد السليولوزية نجــد أن قابلية

الهيميسليولوز (Hemi cellulose) للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة كبيرة جدا اذا ما قورنت بقابلية الألفا سليولوز للاصابة بهذه الكائنات ٠

ولما كانت جميع الألياف السليولوزية الطبيعية تتكون من خليط من جزيئات متبلمرة تختلف فى درجة التبلمر ، ومن ثم فى طول الجزىء أو طول السلسلة فانه سوف يكون من غير المقبول تعميم القول بأن هذه المادة أو ذاك غير قابلة للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ، فالثابت أن درجة الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة وكذلك نوعية الكائنات الدقيقة التى تنمو على المواد السليولوزية الطبيعية تتوقف ليس فقط على نوعية الألياف السليولوزية ولكنها تتوقف كذلك على درجة قدمها وعلى الظروف التى تواجدت فيها من قبل ، وذلك على أساس ان الاصابة بالكائنات الدقيقة ترتبط ارتباطا مباشرا بحجم جزيئات السليولوز المتبلمرة وأن تكسير جزيئات السليولوز كبيرة الحجم يحدث ليس فقط بفعل الكائنات الحية الدقيقة ولكنه يحدث أيضا بفعل عوامل أخرى كالضوء والحرارة والرطوبة والأحماض وغير ذلك من عوامل ٠٠ ويعنى هذا بطبيعة الحال أن تعرض الألياف السليولوزية لعوامل التلف من ضوء وحرارة ورطوبة وأحماض يزيد من احتمال اصابتها بالكائنات الحية الدقيقة ٠

٢ ـ درجة التبلور : (Degree of crystallization)

من الثابت أن حجم سلاسل السليولوز ـ أى درجة تبلمر السليولوز ـ له أهمية كبيرة فى مدى مقاومة السليولوز للتحلل الميكروبيولوجى ، غير أننا نجد فيما يتعلق بالتركيب البنائى لألياف السليولوز أن هناك عاملا آخر لا يقل أهمية عن درجة التبلمر وهو درجة انتظام سلاسل السليولوز أو جزيئات السليولوز فى تركيب بللورى ٠

ولقد أثبتت الدراسات الكثيرة التى أجراها فى هذا الصدد كل من كارر وشوبرت (Karrer and Schubert) أن قابلية الأجزاء المتبلورة من ألياف السليولوز للتحلل سواء بفعل المواد الكيميائية أو بفعل الأنزيمات التى تفرزها الكائنات الحية الدقيقة تقل كثيرا عن قابلية الأجزاء غير المتبلورة ٠

٣ ـ الشوائب أو المواد غير السليولوزية :
(Non-Cellulosic components)

من المعروف أن الاحتياجات الحيوية للكائنات الحية الدقيقة بالاضافة الى الرطوبة هى الطاقة والنتروجين والمركبات المعدنية والفيتامينات ، ولهذا

فان الشوائب غير السليولوزية الموجودة عادة فى الألياف السليولوزية من حيث كميتها ونوعيتها تشكل عاملا مهما فى مدى قابلية المواد السليولوزية للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠٠ ولهذا السبب فاننا نجد أن الأوراق المصنوعة من الخرق البالية النقية (rag Papers) التى تحتوى على كمية صغيرة جـدا من المواد غير السليولوزية ليس لها قابلية تذكر للاصـابة بالكائنات الحيـة الدقيقـة ، بينما الأوراق المصـنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون لها قابلية كبيرة جـدا للاصابة بهـذه الكائنات نظـرا لاحتـوائها على نسبة كبـيرة من المكونات غير السليولوزية تصل نسبتها الى ٨ر٠ ٪ ٠

وفى هذا الصدد لا يفوتنى أن أنوه الى أن المواد المالئة ومواد الصقل والصبغات المعدنية التى تستخدم فى صناعة الورق تعتبر من العوامل أو الأسباب الرئيسية التى تزيد من قابلية الورق للاصابة بالكائنات الحية الدقيقـة ٠

٤ ـ الرطـوبة : (Moisture)

أثبتت الدراسات الحديثة أن اصابة المواد العضوية بالكائنات الحية الدقيقة تعتمد ليس فقط على الرطوبة النسبية فى الجـو المحيط ولكنها تعتمد وبدرجة أكبر على محتوى المواد العضوية من الماء الحر ٠٠ وعلى هذا الأساس فاننا نجد أن قابلية المواد السليولوزية وغيرها من المواد العضوية للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة تختلف فيما بينها حتى ولو كانت متواجدة فى جو ذات رطوبة نسبية ثابتة ٠٠ وعلى سبيل المثال فاننا نجـد أن محتوى الأنواع المختلفة من الورق من الماء الحر فى جو رطوبته ٧٢ ٪ يختلف اختلافا ملحوظا ، فبينما نجد أن محتوى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون من الماء الحر يصل الى ٥ر٩٪ فاننا نجد أن محتوى الأوراق المصنوعة من لب الصودا من هذا الماء الحر يصل الى ٨٪ ٠٠ وعلى ذلك يمكن القول بان اصابة الأوراق المصنوعة من الخشب المصحون بالكائنات الحية الدقيقة وخاصة الفطريات سوف تحدث فى درجة رطوبة نسبية أقل كثيرا من درجة الرطوبة النسبية التى تحـدث عندها اصابة الأوراق المصنوعة من لب الصودا بهذه الكائنات ٠

كيفية تلف الورق والبردى بفعل الكائنات الدقيقة :

الورق والبردى بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة مصدر هام لغذائها الرئيسى وهو الكربون ويتيسر للكائنات الحية الدقيقة الحصول على عنصر الكربون من الورق والبردى بفعل الأنزيمات التى تفرزها والتى لها القدرة

على تكسير السليولوز وتحويله الى مواد بسيطة التركيب يسهل هضمها واستخدامها فى عمليات التمثيل الغذائى ٠

وبالرغم من الدراسات الكثيرة التى أجريت فى هذا المجال فان طبيعة التفاعلات البيوكيميائية التى تحدث فى عمليات تكسير السليولوز لم تتضح بالقدر الكافى ، وان كان من المعروف حاليا أن عملية تكسير السليولوز بفعل الأنزيمات التى تفرزها الكائنات الحية الدقيقة تتضمن على الأقل عمليتين أساسيتين ، العملية الأولى تتضمن تكسير السيلولوز الى السلوبيوز (*) Cellobiose أما العملية الثانية فيتم فيها تحلل السلوبيوز الى الجلوكوز ، وهو الوحدة البنائية لجزيئات السليولوز ٠

ويرى كثير من الباحثين أن أنزيم السيليوليز (Cellulase enzyme) الذى يستطيع اذابة السليولوز يتكون من كثير من المركبات الأنزيمية النشطة ٠٠ وقد استطاع هؤلاء الباحثون تمييز الانزيم ج ١ (Enzyme C1) الذى يستطيع التعامل مع الألياف السليولوزية المتبلورة ويؤدى الى تهتك أو تكسير الروابط التى تربط بين جزيئاتها ، وكذلك فانهم قد استطاعوا تمييز الانزيم ج س (Enzyme CX) الذى يؤدى الى تحلل اسليولوز الى وحداته البنائية وهى الجلوكوز ٠

ووتبدأ عملية تكسير الألياف السليولوزية بفعل البكتريا والفطريات فى أماكن الاتصال المباشر ٠٠ وعندما تحدث الاصابة بهذه الكائنات الحية الدقيقة نجد أن أهداب أو هيفات hyphae الفطريات وخيوط الأكتينوميسيتات تقتحم جدران خلايا الألياف السليولوزية ، بينما نجد أن البكتريا تنمو على هيئة كتل أو تجمعات بروتوبلازمية تتكاثر عن طريق انقسام أو انشطار الخلايا على النحو السابق توضيحه ، ولذلك نجد أن نمو البكتريا يتركز على السطح لكونها غير قادرة على النفاذ الى داخل الألياف ٠

ولقد أثبتت دراسات كثيرة أن الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية أكثر تعرضا للاصابة بالفطريات ٠٠ ويرجع السبب فى هذا الى

(*) السلوبيوز من الكربوهيدراتات الثنائية التسكر (الدايسكاريدات) ٠٠ ويطلق اسم الكربوهيدراتات الثنائية لتسكر على الكربوهيدراتات التى يتحد جزيؤها مع جزى من الماء ويتحلل الى جزئين من الكربوهيدراتات الأحادية التسكر ٠٠ ويعبر عن تركيب كل هذه السكريات بصيغة واحدة هى ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ٠٠ ويمتز السلوبيوز بانه يعطى عند تحلله بالماء أو بفعل الانزيمات تفرزها الكائنات الدقيقة جلوكوز فقط

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_{2}O \longrightarrow 2C_6H_{12}O_6$$

ان الظروف السائدة فى دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تلائم نمو الفطريات أكثر من ملائمتها لنمـو البكتريا ، فالفطريات قادرة على النمو فى مدى واسع من الأس الهيدروجينى السالب PH. value يتراوح ما بين ٤ر١ ، ١٠ ، فضلا عن احتياج الكثير جدا من أنواع الفطريات الى الماء الحر Moisture content فى الوسط الذى تنمو عليه أقل كثيرا من احتياج غيرها من الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ وعلى سبيل المثال فان فطر البنيسليوم ينمو ويتكاثر على الأوراق التى يتراوح محتواها من الماء الحر ما بين ٨ر٧ ٠ ٩٪ ٠

ومما لا شك فيه أن الورق والبردى يمكن أن يتلف بفعل أجناس وأنواع عديدة من الكائنات الحية الدقيقة تبعا للتركيب الكيميائى ودرجة الحموضة أو القلوية ودرجـة الرطوبة النسبية والحرارة وكمية ونوعيـة الاضـاءة ٠

ومن المعروف أن الفطريات تتسبب فى تبقع الأوراق المصابة ببقع تختلف فى لونها باختلاف الفطر المسبب لها ، كما أن مظهر التلف يختلف هو الآخر تبعا لذلك ٠٠ ولقد قام بعض الباحثين بدراسة مظاهر التلف والبقع الناتجة عن الاصابة بالفطريات واستطاعوا عن طريقها التعرف على نوع أو جنس الفطر المسبب لها ٠

ولعله يكون من المفيد أن نورد للقارىء ما انتهت اليه هذه الدراسات بغرض الاستعانة بها فى أعمال التفتيش الدورى على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية وذلك على النحو التالى :

نوع الفطر	مظهر الاصابة
Haplographium fwligineum.	بقــع ســوداء اللـــون
Stachybotrys atra	» »
Sporodesmium echinulatum	»
Speaies of the genus Stemphylium	
Certain species of Chaeomium	» » »
Sporotrichum Polypsporum	بقـــع بيضـــاء اللـــون
Aspergillus Candidus	» » »
Oospora Bonordenii	» » »
Botrytis Sp.	» » »
Penicillium Sp. 450	» » »
Mucor Sp.	بقـــع رمـادية اللـــون
Botryotrichum piluliferum	» » »
Rhinotrichum Bloxami	بقـــع صفـراء اللون
Sporodinioptis dichotomus	» » »
Rhinotrichum Parietinum	بقــع حمــراء بنيـــــة
Stephanoma Sp.	» » »
Oospora Crusta cea	بقــع حمـــراء اللـــون
Trichothecium roseum	بقــع ورديــة اللـــون
Most species of Penicillium	بقـــع رمادية خضـــراء
Most Species of Aspergillus	» » »
Species of genus Trichoderma	
Penicillium frequentans	بقع ذات لـــون اصفر ليمونى
Penicillium chryso genum	» » » » »
Penicillium notatum	» » » » »
Penicillium roqueforti	» » » » »
Penicillium Cyaneo-fulvum	» » » » »
Penicillium Viridicatum	» » » » »
Penicillium Citrinum	» » » » »
Trichoderma Koningi	» » » » »
Penicillium tordum	» » » » »
Sporotrichum Polysporum	» » » » »
Chaetomium elatum	» » » » »
Sporodiniopsis dichotomus	» » » » »

مظهر الاصابة	نوع الفطر
بقع قرمزيـــــــة اللـــون	Aspergillus ruber
» » »	Penicillum frequentans
» » »	Penicillium roqueforti
» » »	Penicillium viridicatum
بقع قرمزية صفراء	Aspergillus versicolor
يتلون الورق باللون البنى	Penicillium herquei
» » »	Chaetomium elatum
» » »	Myxotrichum chartarum
	Stachybotrys atra
بقـــع زرقـــاء رماديــــــة	Clado sporium herbarum
» » »	Chaetomium globosum
» » »	Chaetomium elatum
» » »	Species of genus Stymphylium
التصاق الأوراق بعضها بالبعض الآخـر	Aspergillus Candidus
» » » » »	Chaetomium chartarum
» » » » »	Trichoderma lignorum
» » » » »	Sporotrichym polysporum
» » » » »	Botrytis Sp.
تآكل الألياف السيلولوزية ومواد الصقل	Family Chaetomiaceae
» » » » »	Monilia sitophyla
» » » » »	Sporotrichym polysporum
» » » » »	Stachybotrys atra
» » » » »	Haptographium fulfigineum
» » » » »	Botryotrichum piluliferum
» » »	Sporodesmium echinulatum

ثانيا ــ الجــلود والرق :

١ ــ الجــلود :

من المعروف أن الهدف الرئيسى من عمليات دبغ الجلود الخام هو تحويلها الى مواد غير ملائمة لنمو البكتريا وغير قابلة للتحلل أو التعفن٠٠ والواقع أن اصابة الجلود المدبوغة بالبكتريا تعتبرا أمرا بعيد الاحتمال ، وذلك على الرغم من أنه قد توجد فى الجلود المدبوغة بعض الشواهد التى يستدل منها على وجود اصابات بكتيرية٠٠وفى هذا الخصوص فقد أثبت روز (C. D. Rose) أن مثل هذه الاصابات البكتيرية تحدث عادة فى الجلود الخام قبل أن تجرى لها عملية الدباغة وأن شواهدها وآثارها فقط هى التى تبقى بالجلود المدبوغة ٠

وفى الحقيقة فان الكائنات الحية الدقيقة القادرة على مهاجمة الجلود المدبوغة مؤدية فى بعض الحالات الى اتلافها هى الفطريات ٠

ولقــد ثبت الدور الكبير الذى تلعبه الفطــريات فى تلف الجــلود المدبوغة بالدراسات القيمــة التى أجــراها أخصائيو الميكروبيولوجى فى جيوش الحلفاء التى كانت تحارب فى الحرب العالمية الثانية فى البلدان الاستوائية وخاصة الملايو حينما لاحظوا تلف الكثير من مخزون جيوشهم من أحذية الجنود فى هذه البلدان ٠٠ ولقــد كانت هــذه الدراسات هى البدايات الأولى لعلم فطريات الجلود (Leather Mycology) الذى ازدهر ازدهارا كبيرا فى الوقت الحاضر ٠

العوامل التى تتحكم فى اصابة الجلود بالفطريات :

تنمو الفطريات على معظم أنواع الجلود المدبوغة ، سواء كانت مدبوغة بالمواد الدابغة النباتية أو بأملاح الكروم أو بالزيت أو بأملاح الحديد أو الألومنيوم ، وذلك عند توفر كمية كافية من الرطوبة ، وهى الاحتيــاج الحيوى لنموها ٠٠ وحسب ما يرى أورثمان (Orthmann) فانه لكى تنمو الفطريات على الجلود لابد ألا يقل محتواها من الرطوبة ٠٠ أى الماء الحر عن ١٤٪ ٠

ولقــد أثبتت الدراسات الكثيرة التى أجــراها كل من روز وتيرنر (Rose and Turner) أن نمو الفطريات لا يعتمد فقط على الرطوبة الجوية ولكنه يعتمد أيضــا وبصفة أساسية على محتوى الجلود من الماء الحر ٠٠ وعــلى ذلك نجــد أن قابلية الجلود التى كانت مبتلة ثم جفت للاصابة بالفطريات تزيد كثيرا عن قابلية الجلود التى كانت جافة واكتسبت رطوبة من الجو المحيط بها ٠٠ ومن ناحية أخرى نجد أن قابلية الجلود

المدبوغة لامتصاص الرطوبة من الأجواء المحيطة بها تتوقف الى حد كبير على طريقة تجهيزها وعلى المكونات غير الكولاجينية الموجودة بها ·· وعلى سبيل المثال فان الجلسرين الذى يستخدم فى بعض عمليات تجهيز الجلود المدبوغة يزيد من قابلية الجلود لامتصاص الرطوبة ، وعلى ذلك فانه يزيد من قابليتها للاصابة بالفطريات ·

وثمة عامل آخر يتحكم فى اصابة الجلود بالفطريات وهو درجة الحرارة التى تخزن عندها الجلود ، وذلك على أساس أن الرطوبة الجوية ترتبط ارتباطا مباشرا بدرجة الحرارة ·· ولقد أثبت كل من جروم وبانيسيت (Groom and Panisset) أن فطر البنسليوم ينمو على الجلود فى درجة حرارة ١٠ درجة م عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو المحيط ٨٣ر٥٪ ، وأنه يصيب الجلود عند درجة حرارة ١٥° درجة م عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو المحيط ٧٧٪ وأنه يصيبها عند درجة حرارة ٢٥ درجة م عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو المحيط ٧٢ر٦٪ ·

وفيما يختص بالتركيب الكيميائى والخواص الفيزيائية للجلود ، فقد ثبت بالدراسات التى أجراها كل من هايدوميتون وموسجراف (G. R. Hyde, R. G. Mitton and A. J. Musgrave) أن الخواص الفيزيائية للجلود لا تؤثر الى حد كبير على مدى قابلية الجلود للاصابة بالفطريات ·· وعلى سبيل المثال فانه ليس هناك فرق بين جلد البطن الذى يتميز بطراوته وبين جلد الرأس الذى يتميز بصلابته فى مدى قابليتها للاصابة بالفطريات ·· وعلى العكس من ذلك فان التركيب الكيميائى للجلود المدبوغة يؤثر تأثيرا كبيرا فى مدى قابليتها للاصابة بالفطريات ·· ولعل نوعية المواد الدابغة من أهم العوامل التى تتحكم فى اصابة الجلود بالفطريات ·· وعلى سبيل المثال نجد أن قابلية الجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية للاصابة بالفطريات تزيد كثيرا عن قابلية الجلود المدبوغة بأملاح الكروم ·· ومن بين المواد الدابغة النباتية نجد أن الجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية التى تحتوى على كمية كبيرة من السكريات هى أكثرها تعرضا للاصابة بالفطريات ·· مثال ذلك مجموعة البيروجالول فى التانينات (The Pyrogallol group of tannins)

ومن ناحية أخرى فان مواد التشحيم والزيوت التى تستخدم فى تجهيز الجلود المدبوغة تلعب هى الأخرى دورا أساسيا فى قابلية الجلود للاصابة بالفطريات··فقد أثبت كل من ميتون وتيرنو R.G. Mitton and J.N. Turner أن زيت كبد الحوت وزيت النيتسفوت Neat's foot oil والزيوت المعدنية تزيد الى درجة كبيرة من قابلية الجلود المدبوغة للاصابة بهذه الكائنات الحية الدقيقة ·

كيفية تلف الجلود بفعل الفطريات :

لقـــد كرست أبحاث علمية كثـيرة للوقوف على حقيقـة التأثيرات الفيزيائية والكيميائية للفطريات على الجلود المدبوغة ٠٠ فقد قام بارجهورن (Barghoorn) من وجهة نظر علم الأنسجة بفحص العديد من عينـات الجلود المدبوغة سواء بالمواد الدابغة النباتية أو بأملاح الكروم وذلك بعد مـرور سـتة أشـهر على اصـابتها بفطـر الاسبرجيللوس نيجـر (Aspergillus niger) واتضح له أن هذا الفطر لم يهاجم ألياف الكولاجين (Collegen fibers) وأن الاصابة لم تتعد الطبقات السطحية الخارجية من الجلد ٠٠ وقد انتهى بارجهورن من دراسته الى القول بأن هذا الفطر ليس له تأثير على أليـاف الكولاجين وانه يؤثر فقط على التانينات وعلى المكونات غير الكولاجينية الموجودة بالجلود ٠

وقد قام مركز البحوث التابع لاتحاد منتجى الجلود بانجلترا باجراء سلسلة من الدراسـات لمعرفة تأثير الفطـريات على الخـواص الفيزيائية والكيميائية للجلود المدبوغة سـواء بالمواد الدابغـة النبـاتية أو بأملاح الكروم ٠٠ وفيما يختص بالخواص الفيزيائية فقد اتضح حدوث نقص فى متانة الجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية مقداره ١٠٪ ، وذلك بعـد مرور ستة أشهر على اصابتها بالفطريات ٠ بينما لم يحدث نقص ملحوظ فى متانة الجلود المدبوغة بأملاح الكروم ٠٠ وقد انتهت هذه الدراسات الى القول بأن النقص الذى وقع فى متانة الجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية قد حدث نتيجة لعمليات التحلل المائى التى تعرضت لها الجلود بفعل الرطوبة وعند درجات الحرارة العالية التى يتطلبها نمو الفطريات ٠ ولم يحدث نتيجة لمهاجمة الفطريات لألياف الكولاجين المدبوغة ٠٠ أى انه تحلل مائى وليس تحلل انزيمى ٠

واتفاقا مع هذه الدراسات فقد انتهت الدراسات المماثلة التى قام بها كل من كاناجى وتشارلز وابرامز وويلسون وميريل وهيجلى وورودى وجانسينج فى أمريكا الى القول بأن النقص الذى يلاحظ فى متانة الجلود المصابة بالفطريات وفقدانها لليـونة لا يحدث نتيجـة لمهاجمـة الفطريات لألياف الكولاجين وانما يحدث بصفة أساسية نتيجة لعمليات التحلل المائى التى تتعرض لها هذه الألياف بفعل الرطوبة وعند درجات الحرارة العالية التى يتطلبها نمو الفطريات ونتيجة لأكسدة الزيوت ومواد التشحيم التى تستخدم فى عمليات تجهيز وتطرية الجلود المدبوغة ونتيجة للتغير فى قيمة الأس الهيدروجينى (PH. Value) الذى يحدث عادة عند اصابة الجلود بالفطريات ٠

وفيما يختص بالتغيرات الكيميائية التى تحدث للجلود المصابة بالفطريات ٠٠ فقد ثبت بالدراسة انها تتركز بصفة أساسية فى عمليات التحلل المائى للزيوت ومواد التشحيم الأخرى حيث تتحلل الى أحماض دهنية حرة ٠٠ وقد وجد كل من فيليبس وبالفى ان مواد التشحيم المستخدمة فى تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة تحتوى على أحماض دهنية حرة بنسبة ٣٠٪ بعد مرور ٥٨ يوما على اصابتها بالفطريات ، وانها تحتوى على هذه الأحماض الدهنية الحرة بنسبة ٧٤٪ بعد مرور ٧٨ شهرا على الاصابة ٠٠ ومن جهة أخرى فقد ثبت أن مواد التشحيم المستخدمة فى تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة بأملاح الكروم أقل قابلية للتحلل المائى من مواد التشحيم المستخدمة فى الجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية ٠٠ وقد أعزى ذلك الى أن قابلية الجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية للاصابة بالفطريات تزيد عن قابلية الجلود المدبوغة بأملاح الكروم للاصابة بهذه الكائنات ٠

وعلى أية حال فقد اتفقت آراء جميع الدارسين على أن الفطريات لا تستطيع اتلاف الجلود المدبوغة دبغا تاما عن طريق مهاجمتها لألياف الكولاجين ، ولكن التلف الذى ينجم عنها يحدث أساسا كنتيجة مباشرة للتحلل المائى للزيوت ومواد التشحيم الأخرى التى تستخدم فى عمليات التجهيز والتطرية ، مما يترتب عليه فقد الجلود لطراوتها ومتانتها ولكثير من خواصها الطبيعية المفيدة والهامة ٠

مظاهر اصابة الجلود المدبوغة بالفطريات :

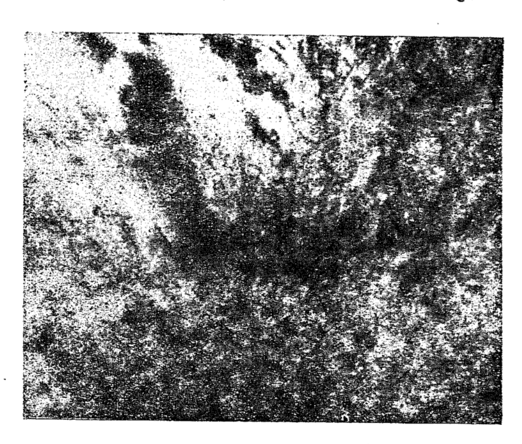
ان التلف الواضح الذى ينجم عن اصابة الجلود المدبوغة بالفطريات والذى يمكن الاستدلال عليه بالفحص الظاهرى هو تغير لون الجلود وتبقعها ببقع تختلف فى لونها ومظهرها حسب نوعية الفطر الذى تصاب به الجلود ٠٠ وتتضح هذه البقع أكثر وأكثر اذا كانت الجلود مصبوغة ٠

وقد لوحظ أن الجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية والتى تتميز عادة بلونها الغامق تتبقع ببقع بيضاء رمادية تتحول مع الوقت الى مساحات قاتمة اللون نتيجة لاصابتها بفطر الباسيللوس ميجاثيريوم (Bacillus megatherium) وأنها تتبقع ببقع رمادية بنية أو ببقع بنفسجية عند اصابتها بفطر البوللولاريا (Pullularia Sp.) أو بفطر الباسيلوميسس paccilomyces وغالبا ما يحدث للجلود المدبوغة بالمواد الدابغة النباتية تشويه لمظهرها بفعل الفطريات ٠

وفيما يختص بالجلود المدبوغة بأملاح الكروم نجد أن لونها سريعا ما يتغير نتيجة لاصابتها بالفطريات ٠٠ وقد ثبت أن اصابتها بفطر

الكاتينيولاريا (Catenularia) أو بفطر الرودتورولا موسيلاجينوسا (Rhodotorula mucilaginosa) يؤدى الى تبقعها ببقع حمراء أو قرمزية اللون ٠

وعلى أية حال فانه يمكن التفرقة بين البقع الناتجة عن تلوث الجلود بالمركبات المعدنية وبين البقع الناتجة عن الاصابة بالفطريات باستخدام محلول من حمض الأوكساليك Oxalic acid وذلك على أساس أن البقع الناتجة عن المركبات المعدنية تزول بفعل هذا الحمض ٠



« صورة ميكروسكوبية لمقطع مصبوغ من جلد مصاب بالفطريات »

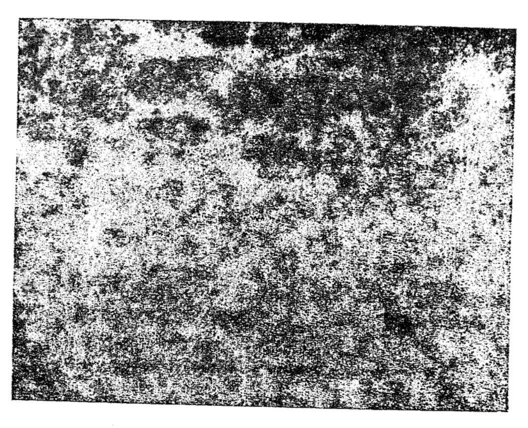
الكشف عن اصابة الجلود المدبوغة بالفطريات :

عندما يتعذر الاستدلال بالعين المجردة عن اصابة الجلود بالفطريات فانه يمكن اتباع الطريقة التى استخدمها كل من بابا كينا وكوتوكوفا وروز (Ba Bakina, Kutkova and Rose) للكشف عن اصابة الجلود المدبوغة بالفطريات ٠

وتتلخص هذه الطريقة فى عمل مقاطع من الجلود المراد الكشف عن اصابتها بالفطريات ، ثم تزال منهـا مواد الدباغة عن طريق غمرها فى الاسيتون المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ ٠٠ وبعد ازالة مواد الدباغة تصبغ المقاطع بمزيج يحضر من المكونات الآتية :

بيرونين	(Pyronin)	٩ر٠ جـم
أخضر الميثيلين	(Methylene green)	١ر٠ جـم
كحول اثيلي (٩٨٪)		٩ر٠ ملليلترات
جلسرين		١٠ر٠ ملليلترات
فينول (محلول مائى ٥ر٠٪)		١٠٠ر٠ ملليلترا

وبعد عملية الصبغ تجفف مقاطع الجلود عن طريق غمرها فى حمامات متتالية من الكحول ٥٠٪ ، ٧٠٪ ، ١٠٠٪ ، على التوالى ٠٠ وأخيرا تغمر فى زيت القرنفل المخفف بالزيلين وتفحص تحت الميكروسكوب ٠



صورة توضح كيفية تبقع الجلود نتيجة لاصابتها بالفطريات

٢ ـ الرق :

سبق ان أوضحنا أن الرق ما هو الا جلد مندوف الشعر غير مدبوغ وأنه يحضر للكتابة عليه بعد تجفيفه بتغطية سطوحه بالطباشير ثم بالحك عليها بحجر خفاف أو حكاك حتى يتداخل الطباشير فى مسام ويحفظ بها من رطوبة ٠٠ أى أن الرق لا يختلف من حيث تركيبه الكيميائى عن أى نوع آخر من الجلود الا فى طريقة صنعه وتجهيزه ٠٠ وعلى ذلك نجد أن الرق يتميز بطبيعته القلوية التى اكتسبها من الطباشير الذى يتداخل فى مسامه ويتماسك بألياف الكولاجين (Collagen fibres) التى يتكون منها الرق ٠

ولقد هيأت للرق طبيعته القلوية وقاية كبيرة من الاصابة بالفطريات التى تعيش فى الأوساط الحمضية ، كما أنها قد هيأت له درجة كبيرة من الثبات الكيميائى ، اذ أنه لا يتأثر بالأجواء الحمضية ، الأمر الذى يجعله أكثر ثباتا وبقاء من الجلود ٠

وبالرغم من أن ألياف الكولاجين التى يتكون منها الرق تعتبر أكثر أنواع المواد البروتينية المعروفة مقاومة للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ، فقد لوحظ مرارا أن الرق قد تعرض للتلف بفعل هذه الكائنات الحية ٠٠ وقد أثبتت بعض الدراسات أن ألياف الكولاجين غير المعالجة بملح الطعام تتعرض للتحلل بفعل الانزيمات التى تفرزها أنواع معينة من البكتريا وخاصة البكتريا المعروفة باسم بسودوموناس (Pseudomonas) كما أثبتت هذه الدراسات أن الرق قد يتعرض أيضا للتلف بفعل الكائنات الحية الدقيقة الهوائية (Aerobic-micro-Organisms) وقد أرجع ذلك الى أن ألياف الكولاجين التى يتكون منها الرق بصفة أساسية تتعرض عادة لبعض التفكك (depolymerization) أثناء عمليات تجهيز الرق ، وذلك بالاضافة الى أن هناك بعض العوامل الأخرى التى تؤثر على درجة ثبات ألياف الكولاجين كالحرارة ودرجة تركيز أيونات الهيدروجين (PH - Value) وهذه كلها أمور تزيد من مقدرة الكائنات الحية الدقيقة على مهاجمة ألياف الكولاجين ٠

والواقع أن قابلية الرق للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة تعتمد ليس فقط على طبيعة المواد الخام المصنوع منها وعلى طريقة تصنيعه ، بل تعتمد كذلك على ظروف حفظه ٠٠ ولقد ثبت أن التغيرات المفاجئة فى الحرارة والرطوبة والتعرض لتأثير الأشعة فوق البنفسجية قد تتسبب فى حدوث تغيرات فى التركيب البنائى لألياف الكولاجين ٠٠ أى انها تزيد من قابليته للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠

ولقد استطاع كل من سميرنوفاوسزوك (Smirnowa and Szoc) فصل أنواع كثيرة من الكائنات الحية الدقيقة من الرق وأثبتا أيضا أن هذه الكائنات الحية الدقيقة تتسبب في تلفه ·· وطبقا للدراسة التى قاما بها فان الرق يصاب عادة بأنواع معينة من أجناس البنيسليوم والاسبرجيللوس والالترناريا والكلادوسبوريوم
(Species of the genus Penicillium, Aspergillus, Alternaria and cladosporium.)

ومن ناحية أخرى فقد أثبت كل من الدكتور كوفاليك والسيدة سادورسكا (Dr. Kowalik and Mrs. Sadurska) أن أخطر أنواع التلف التى يتعرض لها الرق تحدث عند اصابته بالكائنات الحية الدقيقة من أجناس الاستربتوميسس والكلادوسبوريوم والفيوزاريوم والافيوستوما والاسكوبيولاريوبسيس
(Streptomyses, Cladosporium, Fusarium, Ophiostoma and Scopulariopsis)

ومن هذا كله ننتهى الى القول بأن الرق وان كان يتميز عن الجلود بمقاومته للاصابة بالفطريات التى تعيش فى الأوساط الحمضية وبثباته الكيميائى الا أنه يتعرض للتلف بفعل أنواع أخرى كثيرة من الكائنات الحية الدقيقة ، الأمر الذى يتطلب صيانته من أخطارها باستخدام الأنواع المناسبة من مبيدات الكائنات الحية الدقيقة ·· وسوف نتناول هذا الموضوع بالتفصيل عند الحديث عن طرق مقاومة وابادة الكائنات الحية الدقيقة التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية للتلف ·

مقاومة وابادة الكائنات الحية الدقيقة :

الآن وبعد أن اتضحت لنا الجوانب المختلفة للدور الذى تلعبه الكائنات الحية الدقيقة فى تلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية يحق لنا أن نقول أن مقاومة وابادة هذه الكائنات ليس من الأمور التى يمكن الاستهانة بها ، بل هى من العمليات المعقدة التى تعددت بشأنها الآراء والتى يمكن اذا لم تتم وفق معايير محددة أن تتسبب فى احداث أضرار جسيمة بهذه المقتنيات الحضارية ·· وعلى هذا الأساس نجد أن جميع المراكز المتخصصة فى أعمال الصيانة والعلاج قد أجمعت على ضرورة تنفيذ أعمال المقاومة والابادة وفق أسلوب عمل أوصت باتباعه ·· ويمكن تلخيص هذا الأسلوب فى الخطوات التالية :

١ ـ التفتيش الدورى على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية للوقوف على مدى اصابتها بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ·

٢ ـ التعرف على جنس ونوع الفطر أو الكائن الحى الدقيق الذى أصيبت به الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ٠

٣ ـ الوقوف على طبيعة العلاقة بين الفطر أو الكائن الحى الدقيق الذى تم التعرف عليه وبين الظروف التى تحفظ أو تخزن فيها الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ٠

٤ ـ معرفة هل الفطر أو الكائن الحى الدقيق ما زال نشطا أم انه قد فقد قدرته على أحداث تلف جديد بالكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ٠

٥ ـ التعرف على طبيعة ونوعية الدور الذى يلعبه الفطر أو الكائن الحى الدقيق الذى تم عزله والتعرف عليه فى تلف الكتب أو المخطوطات أو الوثائق التاريخية ٠

٦ ـ التعرف على القابلية النسبية للمواد المستخدمة فى صناعة الكتب والمخطوطات والوثائق للاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ٠

٧ ـ اختيار المبيد المناسب لمقاومة وابادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ ويتم اختيار المبيد عادة وفق المعايير الآتية : ـ

(أ) يجب الا يحدث المبيد المستخدم أية اضرار للكتب أو المخطوطات أو الوثائق المعالجة ٠

(ب) يجب أن يكون المبيد المستخدم ذات كفاءة عالية بحيث يمكن مقاومة وابادة الفطريات أو غيرها من الكائنات الحية الدقيقة بجرعات صغيرة ٠

(جـ) يجب أن يكون المبيد المستخدم من المبيدات ذات الأثر المتبقى ويفضل الا يكون من الأنواع القابلة للتطاير ٠

(د) يجب أن يكون المبيد المستخدم غير قابل للتميع ٠
(non-hygroscopis)

(هـ) يجب الا يتسبب المبيد المستخدم فى تغيير لون الكتب أو المخطوطات أو الوثائق كما يجب ألا يؤدى الى تبقعها ٠

(و) يجب أن يكون المبيد المستخدم رخيص الثمن كما يجب أن يكون من الأنواع المتوفرة بالأسواق والتى يمكن الحصول عليها بسهولة ٠

(ز) يجب أن يتميز المبيد المستخدم بدرجة سمية منخفضة للانسان حتى لا يؤذى القائمين بأعمال المقاومة والابادة ٠

وقبل أن ننهى هذه المقدمة الموجزة لابد أن اشير الى أن أعمال التفتيش الدورى على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تكتسب أهمية كبيرة فى هذا المجال . الأمر الذى يحتم مداومة القيام بها وتسجيل نتائجها بحرص بالغ واعتبارها أساسا ودليلا لجميع أعمال المقاومة والأبادة ٠٠ ومن هذا المنطلق فقد اهتمت مراكز الصيانة والعلاج بأعمال التفتيش الدورى ووضعت لها قواعد التزمت بها وأوصت باتباعها ٠٠ ومن أهم هذه القواعد ما يلى : ـ

١ ـ يجب أن تبدأ عملية التفتيش الدورى بالكتب أو المخطوطات أو الوثائق المتواجدة فى الأماكن الرطبة المظلمة ٠٠ وفى هذه الحالة لا بد أن يفحص كل كتاب أو مخطوطة أو وثيقة فحصا جيدا للوقوف على حالته وتسجيل المظاهر الظاهرة للاصابات الموجودة .

٢ ـ يجب أن تمتد أعمال التفتيش الى الكتب والمخطوطات والوثائق المتواجدة تحت ظروف حفظ مختلفة من حيث الرطوبة والتهوية والاضاءة ٠٠ وفى هذه الحالة يجب أن يفحص أكبر عدد من الكتب والمخطوطات والوثائق ٠٠ ويفضل التركيز على الكتب أو المخطوطات أو الوثائق الموجودة فى أركان وفى وسط حجرات التخزين أو العرض .

٣ ـ يجب أن تتم أعمال التفتيش والفحص قبل البدء فى عمليات المقاومة والابادة ، وذلك حتى يمكن اختيار افضل الطرق وانسب الوسائل لمقاومة وابادة الكائنات الحية الدقيقة .

٤ ـ يجب أن تتم أعمال التفتيش الدورى والفحص بالاشتراك مع الاخصائيين فى دراسة ومقاومة وابادة الحشرات .

٥ ـ يجب عدم الاكتفاء بفحص اغلفة وأكعب الكتب أو المخطوطات أو الوثائق بل يجب أن يمتد الفحص الى الاجزاء الداخلية منها ، وذلك على أساس ان مظاهر الاصابة بالأغلفة والأكعب قد تزال بالاحتكاك الميكانيكى الذى يحدث عادة عند تناول الكتب والمخطوطات والوثائق ، الأمر الذى يؤدى الى الوصول الى استنتاجات خاطئة لا تعبر عن حقيقة الحالة .

وبعد هذه المقدمة الموجزة سوف نتناول بالتفصيل طرق مقاومة وابادة الكائنات الحية الدقيقة ، وذلك على النحو التالى : ـ

طرق مقاومة وابادة الكائنات الحية الدقيقة :

سبق أن أوضحنا أن حجم جزيئات المواد المتبلمرة الطبيعية تلعب

الدور الأساسي فى تحديد مدى مقاومة هذه المواد للاصابة الحية الدقيقة ، كما أنها تلعب الدور الرئيسى فى تحديد عدد ونوعية الكائنات الحية الدقيقة التى تستطيع استخدام هذه المواد فى عملية التمثيل الغذائى ٠٠ وعلى هذا الأساس فان معظم أنواع الكائنات الحية الدقيقة قادرة على هضم المواد اللاصقة المستخدمة فى عملية تجليد وتغليف الكتب والمخطوطات والوثائق وكذلك المواد المستخدمة فى تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة ٠٠ ولذلك نجد أن اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالكائنات الحية الدقيقة تتركز فى الأغلفة وحول الأكعب ٠

وفيما يختص بمواد التشحيم والزيوت التى تستخدم فى تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة فقد ثبت أنها هى الأخرى تلعب دورا أساسيا فى قابلية الجلود للاصابة بالفطريات ٠

ومن هذا المنطلق ولوقاية الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار التلف بفعل الكائنات الحية الدقيقة فانه من الضرورى معالجة المواد اللاصقة المستخدمة فى التجليد والتغليف والمواد المستخدمة فى تطرية الجلود بالمبيدات الفطرية والبكتيرية ٠

وفيما يلى سوف نتناول الطرق المختلفة لمقاومة وابادة الكائنات الحية الدقيقة التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق وأهم المبيدات المستخدمة فى هذا المجال ٠٠ وذلك على النحو التالى :

الطرق الكيميائية :

ونعنى بها طرق المقاومة والابادة التى تستخدم فيها المبيدات الفطرية والبكتيرية ٠٠ وأهم المبيدات المستخدمة فى هذا المجال هى :

١ ـ ثلاثى ورباعى وخماسى كلوروفينات الصوديوم
Sodium Trichlorophenate, Sodium tetrachlorophenate and Soduim Pentachloro phenate

وتستخدم هذه المبيدات بصفة أساسية فى معالجة المواد اللاصقة المستخدمة فى تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق ٠٠ وهى تستخدم عادة على صورة محلول مائى درجة تركيزه ١٠٪ يضاف الى المواد اللاصقة المستخدمة ٠٠ وقد أثبتت التجارب أن أكثرها فاعلية هو خماسى كلوروفينات الصوديوم ٠

وخماسى كلوروفينات الصوديوم عبارة عن بودرة لونها رمادى فاتح قابلة للذوبان فى الماء ٠٠ ومحلوله عديم اللون ٠٠ وقد ثبت أن هذا المبيد لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للورق وأن له أثر متبقى لمدة طويلة وأنه

لا يتحلل بالحرارة وان كان يتأثر بالضوء كما أنه يتحلل فى الأوساط الحمضية ٠

ويستخدم خماسى كلوروفينات الصوديوم على صورة محلول مائى درجة تركيزه ١٠٪ ٠٠ ويحضر هذا المحلول باذابة ١٢ جم من بودرة خماسى كلوروفينات الصوديوم فى مائة ملليلترا من الماء المرشح ٠٠ وتستمر عملية الاذابة عادة لمدة ثلاث ساعات مع التقليب المستمر ٠٠ ويجب عدم تخزين المحلول لمدة تزيد عن ثلاثة أيام حيث أن خماسى كلوروفينات الصوديوم يتحول بفعل ثانى أكسيد الكربون الى خماسى كلوريد الفينول الذى لا يذوب فى الماء ٠

ويضاف محلول خماسى كلوروفينات الصوديوم الى المواد اللاصقة المستخدمة بالنسب الموضحة فى الجدول الآتى :

نوعية المادة اللاصقة	كمية المحلول الواجب استخدامها بالنسبة للوزن الكلى من المادة اللاصقة معبرا عنها بالنسبة المئوية	عدد الملليترات من المحلول المائى ١٠٪ بالنسبة لكل مائة جرام من المادة اللاصقة
١ ـ دقيق القمح	٢ر٠	٢
٢ ـ الغراء الحيوانى	٥ر٠	٥
٣ ـ دقيق البطاطس	٢ر٠	٢
٤ ـ الدكسترين	٤ر٠	٤

٢ ـ البيتا نافتول : (Beta - Naphthol)

ويستخدم هذا المبيد بصفة أساسية فى معالجة المواد اللاصقة المستخدمة فى تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق ٠٠ ويستخدم عادة على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١٠٪ ٠٠ ويضاف الى المواد اللاصقة بنفس النسب التى يضاف بها خماسى كلوروفينات الصوديوم ٠

وقد ثبت أن مبيد البيتا ـ نافتول لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للورق وأن له أثر متبقى لمدة طويلة ٠

٣ ـ المركبات الفينولية والكلوروفينولية :
Phenolic and Chlorophenolic Compounds

وقد استخدمت بنجاح كبير فى معالجة المواد المستخدمة فى تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة ومن أمثلتها :

(أ) بريفنتول ١ (Preventol "1")

وهو عبارة عن ثلاثى الكلوروفينول فى الايثانول أمين (Tricholo Phenol in ethanolamine)
ويستخدم بدرجة تركيز تتراوح ما بين ٥ر٪ ، ١٪ .

(ب) خماسى الكلوروفينول (Pentachlorophenol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائى أو كحولى درجة تركيزه تتراوح ما بين ٥ر٪ ، ١٪ .. وقد أثبتت التجارب أن هـذا المبيـد يعتبر من أكثر المبيدات فاعلية فى هذا المجال .

(جـ) البارانيتروشينول (P-nitrophenol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائى أو كحولى درجة تركيزه تتراوح ما بين ٠٥ر٪ ، ١٪ .

(د) الباراكلوروميتا كريزول (P — Chloro — M — Cresol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائى أو كحولى درجة تركيزه تتراوح ما بين ٠٥ر٪ ، ١٪ .

(هـ) الباراكلوروميتا زيلينول (P — Chloro — M — Xylenol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائى أو كحولى درجة تركيزه تتراوح ما بين ٠٥ر ٪ ، ١٪ .

وقد أثبتت التجارب أن هذا المبيد يعتبر من أكفأ المبيدات التى يمكن استخدامها لهذا الغرض .

وفيما يختص بمعالجة المواد المستخدمة فى تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة فقد أثبتت الدراسات الحـديثة ان استخدام المبيـدات الفطرية والبكتيرية على صورة مزيج من محاليل أكثر من مبيد يكفل وقاية كبيرة للجلود المعالجة ضد الاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة يستمر أثرها مـدة طويلة من الزمن .. وخاصـة فى البلدان الحـارة والاستوائية .. وفى هذا الخصوص ننصح باستخدام التركيبات الآتية :

- خماسى الكلوروفينول مع البارانيتروفينول بنسب متساوية .

خماسى الكلوروفينول مع السالسيل أنيليد (Salicylanilide) بنسب متساوية

- الساليسيل أنيليد مع الداينيترو أورثو كريزول (Dinitro-O-Cresol) بنسب متساوية .

- الساليسيل أنيليد مع البارانيتروفينول (P - nitrophenol) بنسب متساوية .

- خلات فنيل الزئبق (Phenyl mercury acetate) مع الأورثوفنيل فينوك (O - Phenyl Phenol) والبارانيتروفينول بنسب متساوية .

- الأرثوفنيل فينول مع البنزيل فينول (Benzyl Phenol) بنسب متساوية .

- خماسى كلوفينات الصوديوم والبارانيتروفينول والثيمول (Thymol) بنسب متساوية .

٤ - الزيرام (Ziram) :

وتركيبه الكيميائى هو : داى مثيل داى ثيو كاربامات الزنك (Zinc dimethyl dithio Carbamate)

ويستخدم الزيرام بصفة أساسية فى وقاية الورق من أخطار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ويتميز الزيرام بأنه عديم اللون والرائحة وأنه يقاوم تأثير الرطوبة .. ويذاب الزيرام عند درجة حرارة ٧٠ درجة م بالنسب الآتية :

زيرام	جزء واحد
هيدروكسيد الأمونيوم	٣٥ جزءا .
مـــاء	٤٠ جزءا .

ثم يضاف الى المحلول الناتج ٣٥٠ جزءا من الماء .

وقد أثبتت التجارب أن الزيرام لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للأوراق المعالجة به الا أنه يغير لونها بدرجة ضئيلة جدا .

٥ - خليط من الثيمول وكلوريد الزئبق بنسب متساوية يذاب فى مزيج من الاثير والبنزول .

وتستخدم هذه التركيبة الكيميائية فى الوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠

٦ ــ الملح الصوديومى للداى كلوروفين :
(Sodium Salt of dichlorophene)

ويستخدم على صورة محلول مائى للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠

٧ ــ لوريل داى مثيل كاربوكسى مثيل بروميد الأمونيوم :
(Lauryldimethyl carboxy methyl ammonium bromide)

ويستخدم على صورة محلول مائى للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠

٨ ــ الملح الصوديومى لخماسى كلوروفينول :
(Sodium Salt of penta chlorophenol)

ويستخدم على صورة محلول مائى للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الكائنات الحية الدقيقة ٠

٩ ــ الساليسيل انيليد (Salicylanilide)

ويستخدم على صورة محلول فى مزيج من الاسيتون وثلاثى كلور الايثلين (Trichlorethylene) للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠

١٠ ــ أكسيد الايثلين : (Ethylene oxide)

ويستخدم فى خزانة تبخير مفرغة الهواء للابادة اللحظية للكائنات الحية الدقيقة التى تصيب الورق والبردى ٠

١١ ــ باراكلوروميتا كريزول : (P — Chloro — m xylenol)

ويستخدم على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ٥ر٠ ٪ ٠٠ ويستخدم هذا المحلول لوقاية الرق والجلود المدبوغة من أخطار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة بواقع ملليلترين لكل ١٠٠ سم٢ من الرق ٠٠ وقد أثبتت التجارب أن هذا المبيد لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للرق المعالج به ٠

١٢ ــ باراكلوروميتا زيلينول (P — Chloro m xylenol)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولى درجة تركيزه

١ر٠ ٪ لوقاية الجلود المدبوغة من أخطار الاصابة بالكائنات الحيه الدقيقة ٠٠ ويتميز هذا المبيد بأنه يتسامى ببطء شديد جدا ٠

١٣ ـ فينل بورات الزئبق (Phynyl mercuri borate)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولى درجه تركيزه ٥ر٠ ٪ لوقاية الجلود المدبوغة من أخطار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠٠ ويعتبر هذا المبيد من أفضل المبيدات التى يمكن استخدامها لهذا الغرض ٠

١٤ ـ الداى كلوروداى هيدروكسى داى فنيل ميثان :
(Dichloro dihydroxy diphenyl methane)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١ ٪ لوقاية الجلود المدبوغة من أخطار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠٠ ويعتبر هذا المبيد من أفضل المبيدات التى يمكن استخدامها لهذا الغرض ٠

١٥ ـ فلوريد الصوديوم : (Sodium fluoride)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١ ٪ لوقاية الجلود المدبوغة بأملاح الكروم من أخطار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠

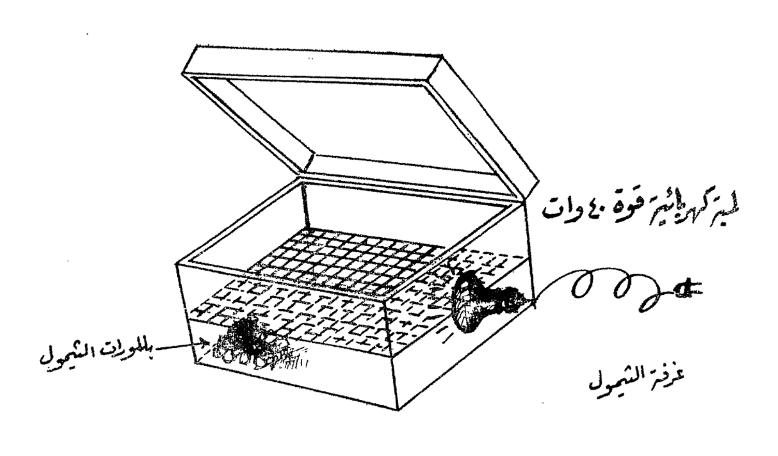
١٦ ـ الباراداى كلوروبنزين (البارادكس) :

ويستخدم على هيئة كرات صغيرة توضع فى خزائن العرض ٠٠ وهذا المبيد رخيص الثمن ولا يترتب على استخدامه حدوث مشاكل جانبية ٠

١٧ ـ أبخرة الثيمول (Thymol)

يعالج الورق والبردى والرق والجلود المدبوغة من الاصابة بالفطريات بتعريضها لأبخرة الثيمول فيما يمكن أن يسمى بغرفة الثيمول ٠ وهذه الغرفة عبارة عن صندوق محكم الغلق فى وسطه رف على هيئة شبكة من النايلون توضع عليه الكتب والمخطوطات والوثائق المراد علاجها ، وفى أحد أركانه السفلى توضع لمبة كهربائية قوة ٤٠ فولت تنبعث منها حرارة كافية لتسامى بللورات الثيمول (أنظر الرسم) ٠

ويستخدم الثيمول بواقع ٣٠ جم لكل ١٦ قدما مسطحا من الورق أو البردى أو الرق أو الجلد ٠٠ ويكفى اضاءة اللمبة الكهربائية لمدة ساعتين يوميا ٠٠ وتستمر فترة المعالجة مدة ١٤ يوما متصلة ٠٠ والواقع أن نجاح هذه الطريقة يعتمد على درجة تركيز أبخرة الثيمول والتحكم فى الحرارة المنبعثة من اللمبة الكهربائية ٠


لمبة كهربائية قوة ٤٠ وات
بللورات الشيمول
غرفة الشيمول

أما فى الحالات التى يتطلب الأمر فيها مداومة عملية الوقاية من الفطريات ، فيمكن اتباع الطريقة الآتية :

يجهز عدد من أوراق النشاف بمقاس الكتب والمخطوطات والوثائق المراد علاجها وتغمر فى محلول من الثيمول الذائب فى الكحول ، ثم ترفع لتجف .. وبعد ذلك تحفظ الكتب والمخطوطات والوثائق بوضعها بين هذه الأوراق .

١٨ ـ أبخرة الفورمالدهيد (الفورمالين) :

(أ) تبخير صالات العرض والمخازن : يشترط أن تكون صالات العرض والمخازن محكمة الغلق .. ويتولد غاز الفورمالدهيد باضافة مادة الفورمالدهيد الى برمنجنات البوتاسيوم على النحو التالى :

يضاف حوالى نصف كيلو من الفورمالدهيد السائل الى ١٥ جم من برمنجنات البوتاسيوم فى وعاء من الصينى .. ثم يوضع الوعاء فى أحد جوانب الغرفة بعد احكام غلقها لمـدة ٢٤ ساعة .. وتكفى هذه الكمية لتبخير غرفة حجمها ٥٠٠ متر مكعب .

(ب) تعقيم الكتب والمخطوطات والوثائق المصابة :

وتتم عملية التعقيم بتعريض الكتب والمخطوطات والوثائق لأبخرة الفورمالدهيد التى تتولد باضافة الفورمالدهيد الى برمنجنات البوتاسيوم على النحو السابق ذكره فى خزانة تبخير محكمة الغلق لا تقل درجة الحرارة بداخلها عن ١٦ درجة م وعلى أن تكون نسبة الرطوبة بها أكثر قليلا من ٦٠٪ وذلك لمدة ١٢ ساعة على الأقل .

وبعد انتهاء فترة العـــلاج لابد أن تظل الـكتب أو المخطوطات أو الوثائق معرضة للهواء لعدة ساعات .

والواقع أن اختيار المبيد المناسب لحالة بعينها يعتبر من أهم الأمور التى يجب أن ينشغل بهـا القائمون بأعمال مقـاومة وابادة الكائنات الحيـة الدقيقة وذلك على أساس ان المبيدات الفطرية والبكتيرية تتفاوت وفى درجة كفاءتها ، كمـا أن لكل واحد منهـا آثاره الجانبية التى قد تضر بالكتب والمخطوطات والوثائق التى يراد علاجها .. ولهذا السبب لا يجب استخدام المبيد الا بعد التيقن من كفاءته والتأكد من أنه لن يضر بالحالة المطلوب علاجها .. ولن يتـأتى ذلك الا بالدراســـة العملية للمبيـدات المقترح استخدامها .

وفى هذا الصدد يهمنى أن أضع بين يدى القارىء منهج وأسـلوب

الدراسة التى قام بها بلياكوفا (L. A. Belyakova) لاختيار المبيدات المناسبة لوقاية المواد المستخدمة فى تطرية الجلود والمواد اللاصقة المستخدمة فى تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق من الاصابة بالفطريات وذلك حتى تكون أسلوب عمل ودليلا معينا للعاملين فى هذا المجال ٠

أولا : اختيار المبيد المناسب لوقاية المواد المستخدمة فى تطرية الجلود القديمة من الاصابة بالفطريات ٠

مواد التطرية المستخدمة :

١ ــ زيت النيتسفوت (Neat's foot oil)

٢ ــ اللانولين

٣ ــ مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جسم
شمع نحل	٣٠ جسم

٤ ــ مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جسم
شمع نحل	٣٠ جسم
جلسرين	١٠ جسم
لانولين	٣٠ جسم

٥ ــ مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	٢٥٪
زيت محركات	٦٠ ــ ٦٥٪

(خليط من القطفة الخامسة والقطفة الثانية بنسبة ٥ : ١)

سيريسين	٧ ــ ١٠٪
شمع نحل	٣ ــ ٥ ٪

المبيدات الفطرية المستخدمة :

١ ــ خماسى كلورفينات الصوديوم (Sodium Penta chlorophenate)

٢ ـ بارانيتروفينول (P — nitro Phenol)

٣ ـ مزيج من خماسى كلورفينات الصوديوم والبارانيتروفينول بنسب متساوية ٠

٤ ـ ثيمول (Thymol)

ويستخدم المبيد اما على صورة محلول مائى أو محلول كحولى ٠

عينات الجلود المستخدمة :

١ ـ جلد ماعز حديث مصقول ومغطى بطبقة من الكازيين ٠

٢ ـ جلد ماشية يافعة مدبوغ ٠

٣ ـ جلد مأخوذ من أغلفة كتب قديمة ٠

طريقة العمل : (Experimental Procedure)

أخذت عينات من الجلود بطول ٥ سم وبعرض يتراوح ما بين ١٠ ، ١٢ مم ثم حقنت بمزرعة نقية من فطر البنيسليوم ريكويفورتى (Penicillium reque forti) ٠ وبعد مرور مدة تتراوح ما بين خمسة وسبعة أيام على النمو الفطرى بعينات الجلد عولجت بمواد التطرية السابق الاشارة اليها بعد أن أضيفت اليها المبيدات الفطرية ٠٠ وأخيرا علقت فى صندوق محكم الغلق مشبع تماما بالرطوبة لمدة تتراوح ما بين اسبوع واثنين واثلاثين أسبوعا ٠

النتائج :

نوعية المعالجة	فترة تعرض الجلود المعالجـــة للرطوبـــة (مقدرة بالأسبوع)								
	١	٣	٥	٨	١٢	١٦	٢١	٢٥	٣٢
عينة جلد غير معالجة بمواد التطرية	٣	٣							
عينة جلد معالجة بمواد التطرية دون اضافة المبيدات الفطرية .	٥	٥	٥	٥	٥	٣	٥	٤	٥
عينة جلد معالجة بمواد تطريـة تحتوى على خماسى الكلورفينات على هيئـــة بودرة بنسبة ٥ر٠٪	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٤	٥	٣
عينة جلد معالجة بمواد التطريـــة تحتوى على خماسى الكلورفينات عـلى هيئة بودرة بنسبة ١٪ .	٢	١	١	٢	٢	١	٢	٣	٣
عينة جلد مبللة بالماء ومعالجة بمـواد التطرية دون اضافة المبيدات الفطرية .	٢	٤	٣	٥	٤	٣	٥	٥	٥
عينة جلد معالجة بمواد تطرية خالية من المبيدات الفطرية ومبللة بمحـــلول من خماسى الكلورفينات درجة تركيز ٥ر٠٪	٢	٣	٢	٥	٥	٤	٥	٥	٣
عينة جلد معالجة بمواد تطرية خالية من المبيدات الفطرية ومبللة بمحلول من خماسى الكلوروفينات درجة تركيزه ١ر٠٪	٢	٢	٢	٢	٣	٤	٢	٥	٣
عينة جلد معالجة بمواد تطرية ممزوجـة بالماء وخالية من المبيدات الفطرية .	٢	٤	٣	٥	٤	٣	٥	٥	٥
عينة جلد معالجة بمواد تطرية ممزوجة بمحلول من خماسى الكلورفينات درجـة تركيزه ٥ر٠٪ .	٣	٢	٢	٣	٥	٤	٣	٤	٣
عينة جلد معالجة بمواد تطرية ممزوجة بمحلول من خماسى الكلوروفينات درجة تركيزه ١٪ .	٢	١	١	١	٣	٣	١	٣	٣
عينة جلد معالجة بمواد تطرية تحتـوى على الثيمول بنسبة ٢٪ . وقد اضيـف الثيمول الى مواد التطرية على هيئـــه محلول درجة تركيزه ٢٠٪	٣	٣	٣	٥	٤	٤	٥	٤	٥

جـــدول (١) :

يوضـــح مدى كفاءة المبيـــدات الفطرية فى ابادة فطر البنيسيلوم ريكويفورتى الذى حقنت به العينات المأخوذة من جلد الماعز ٠٠ وقد عولجت عينات الجلد بمواد التطرية والمبيدات الفطرية بعد مرور سبعة أيام على النمو الفطرى بها ٠٠ ويتضح من هذا الجدول أيضا مدى مقاومة الجلود المعالجة للاصابة بالفطريات ٠

الرمـــوز :

(١) = عدم حدوث نمو فطرى ٠

أو = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة جدا ومتفرقة ٠

(٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة ٠

(٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ ٠

(٤) = حدوث نمو فطرى وفير ٠

(٥) = حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الجلد بأكمله ٠



محتوى مواد التطرية من المبيدات الفطرية مقدرا بالنسبة المئوية	عينات من جلود حديثة — فترة تعرض عينات الجلود المعالجة بمواد التطرية للرطوبة مقدرة بالاسبوع .				عينـات من جلود قديمة — فترة تعريض الجلود المعالجة بمواد التطرية للرطوبة مقدرة بالاسبوع .			
	١	٥	١٢	٣٠	١	٥	١٢	٣٠
صفر	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٤
١				٤	٤	٤	٤	٣
٢	١	٢	٣	٣	٣	١	٤	٢
٣	١	١	٢	٢	٣	٢	٣	١
٤	١	١	٢	١	٢	١	٢	١
٥	١	–	٢	١	١	–	٢	١

جـــدول (٢) :

يوضح مدى كفاءة مبيد خماسى الكلوورفينات
(Pentachloro phenate)

الذى أضيف الى مواد التطرية بنسبة تتراوح ما بين ١٪ ، ٥٪ فى ابادة فطر البنيسليوم ريكويفورتى الذى حقنت به عينات الجلود .. وقد عولجت بمواد التطرية المضاف اليها المبيد بعد مرور خمسة أيام على النمو الفطرى بها .. ويتضح من هذا الجدول أيضا مدى مقاومة الجلود المعالجة للاصابة بالفطريات .

الرمـــوز :

(١) = عدم حدوث نمو فطرى .

أو = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة جدا ومتفرقة .

(٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة .

(٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ .

(٤) = حدوث نمو فطرى وفير .

(٥) = حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الجلد بأكمله .

المبيد الفطرى	محتوى مواد التطرية من المبيد الفطرى مقدرا بالنسبة المئوية	فترة تعريض عينات الجلد المعالجة للرطوبة مقدرة بالأيام • ٣	٥	٧	٩	١٢	١٩	٢٧	٤٠
عينة جلد معالجة بمواد التطرية الخالية من المبيدات •	صفر	–	٢	٤	٤	٥	٥	٥	[illegible]
عينات جلد معالجة بمواد التطرية المضاف اليها مبيد خماسى كلورو ـ فينات الصوديوم (Sodium Pentachloro Phenate)	١	–	١	٢	٣	٤	٤	٤	٤
	٢	–	١	١	١	١	٣	٣	٣
	٣	–	١	١	١	١	٢	٣	٣
	٤	–	١	١	١	١	٣	٣	٣
	٥	–	١	١	١	١	٣	٣	٣
	٦	–	١	١	١	١	٣	٣	٣
	٧	–	١	١	١	١	٣	٣	٣
	٨	–	١	١	١	١	٢	٢	٢
	٩	–	١	١	١	١	٢	٢	٢
	١٠	–	١	١	١	١	١	١	١
عينة جلد معالجة بمواد التطرية المضاف اليها مبيد البارانيتروفينول	١	–	–	–	–	–	–	–	–
عينات جلود معالجة بمواد التطرية المضاف اليها خليط من خماسى الكلورو ـ فينات والبارانيترو ـ فينول بنسب متساوية	١	١	١	٣	٣	٣	٥	٥	٥
	٢	–	١	١	١	١	٢	٢	٢
	٣	–	–	–	–	–	–	–	–

جـدول (٣) :

يوضح الكفاءة النسبية لمبيدى خماسى الكلوروفينات والبارانيتروفينول فى ابادة فطر البنيسليوم ريكويفورتى الذى حقنت به عينات الجلد •• وقد أضيفت المبيدات الى مواد التطرية المستخدمة فى علاج الجلود كل واحد منها على حدة ثم على صورة خليط بنسب متساوية من المبيدين المذكورين •• ويتضح من الجدول أيضا مدى مقاومة الجلود المعالجة للاصابة بالفطريات •

الرمـــوز :

(١) = عدم حدوث نمو فطرى ·

أو = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة جدا ومتفرقة ·

(٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة ·

(٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ ·

(٤) = حدوث نمو فطرى وفير ·

(٥) = حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الجلد بأكمله ·

الاستنتاجات :

١ ـ يتضح من الجدول (١) أن معالجة الجلود بمواد التطرية تزيد من قابليتها للاصابة بالفطريات ·· وعلى ذلك يجب معالجة مواد التطرية بالمبيدات الفطرية ·

٢ ـ يتضح من الجدول (١) أن المبيـدات الفطرية المستخدمة لا تكفل وقاية الجلود من الاصـابة بالفطـريات ·· وأن الثيمـول هو أقل المبيدات الفطرية كفاءة فى هذا المضمار ·

٣ ـ يتضح من الجدول (٢) أن مبيـد خماسى الكلوروفينات لا يكفل وقاية الجلود من الاصـابة بالفطـريات حتى ولو أضيف الى مواد التطرية بنسبة تصل الى ٥٪ ·· وأن كفاءة هذا المبيد تظل واحـدة سـواء أضيف الى مواد التطرية على صـورة محلول أو على هيئـة بودرة ·

٤ ـ يتضح من الجدول (٣) أن اضافة مخلوط بنسب متساوية من كل من خماسى الكلوروفينات والبارانيتروفينول الى مواد التطرية لا يكفل وقاية الجلود المعالجة من الاصابة بالفطريات ·

٥ ـ يتضح من الجدول (٣) أن اضافة مبيد خماسى الكلوروفينات الى مواد التطرية بنسبة تصل الى ١٠٪ لا يكفل وقاية الجلود المعالجة من الاصابة بالفطريات ·

٦ ـ يتضح من الجدول (٣) أن اضافة مبيد البارانيتروفينول الى مواد التطرية يكفل وقاية الجلود المعالجة من الاصابة بالفطريات ·

وعلى ذلك ينصح بلياكوفا باضافة مبيد البارانتيروفينول الى مواد التطرية المستخدمة فى علاج الجلود القديمة وذلك بنسبة ١٪ بالوزن ·

ثانيا : اختيار المبيد المناسب لوقاية المواد اللاصقة المستخدمة فى التغليف والتجليد من الاصابة بالفطريات ٠

المواد اللاصقة المستخدمة :

١ ـ عجينة دقيق القمح ٠

٢ ـ عجينة دقيق البطاطس ٠

٣ ـ الدكسترين ٠

٤ ـ الغراء الحيوانى ٠

المبيدات الفطرية المستخدمة :

١ ـ الملح الصوديومى لرباعى الكلوروفينات ٠

٢ ـ الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات ٠

وتضاف هـذه المبيدات الى المواد اللاصقة على صورة محلول كحولى ٠

٣ ـ البيتانافثول ٠

وتضاف الى المواد اللاصقة على صورة محلول كحولى ٠

عينـات الورق المستخدمة :

١ ـ ورق ترشيح ٠

٢ ـ ورق مصنوع من الخرق البالية ٠

٣ ـ ورق جرائد ٠

٤ ـ ورق طبـاعة مصقول مصـنوع من أليـاف من السيلولوز الخالص ٠

٥ ـ ورق مصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون ٠

٦ ـ ورق كرتون ٠

طريقة العمل : (Experimental Procedure)

أخذت عينات من الورق بطول ٢٢ سم وعرض ٤ ثم حقنت بمزرعة نقية من فطر البنيسليوم ريكويفورتى (Penicillium requeforti) ثم دهنت بالمواد اللاصقة المضاف اليها المبيدات الفطرية ٠٠ وأخيرا علقت فى صندوق محكم الغلق مشبع تماما بالرطوبة لمدة تتراوح ما بين أسبوع وأربعة عشر أسبوعا ٠

النتـــائج :

١ – فيما يتعلق بعجينة دقيق القمح نجد أن الملح الصوديومى لرباعى الكلورو – فينات هو أكثر المبيدات فعالية بينما نجد أن البيتانافثول هو أقلها فاعلية .

٢ – فيما يتعلق بوقاية ورق الترشيح المعالج بالمواد اللاصقة من الاصابة بالفطريات نجد أن الملح الصوديومى لرباعى الكلوروفينات والملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات يتساويان فى درجـة فاعليتهما لمنع الاصابة بالفطريات .

٣ – فيما يتعلق بوقاية ورق الطباعة المعالج بالمواد اللاصقة من الاصابة بالفطريات نجد أن فاعلية الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات لمنع الاصابة بالفطريات تزيد كثيرا عن فاعلية البيتانافثول .

٤ – الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات هو أكثر المبيـدات فاعلية لوقاية الأوراق المعالجة بالغـراء الحيـوانى من الاصابة بالفطريات بينما البيتانافثول هو أقلها .

٥ – الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات هو أكثر المبيدات فاعلية لوقاية الأوراق المعالجة بعجينة دقيق البطاطس من الاصابة بالفطريات على أن يضاف الى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ٤٥ر٠ ٪ .

٦ – الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات هو أكثر المبيدات فاعلية لوقاية الأوراق المعالجة بالدكسترين من الاصابة بالفطريات على أن يضاف الى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ٧٥ر٠ ٪ .

٧ – الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات يكفل وقاية تامة للأوراق المعالجة بالغراء الحيوانى من الاصابة بالفطريات اذا أضيف الى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ١ ٪ .

٨ – الملح الصوديومى لرباعى الكلوروفينات يقى الأوراق المعالجة بالغراء الحيوانى من الاصابة بالفطريات اذا أضيف الى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ٦٥ر١ ٪ .

ولما كانت عجينة دقيق القمح تعد من أكثر المواد اللاصقة استخداما فى عملية تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات فانه يهمنى أن أضع بين يدى القارىء النتائج الكاملة للدراسات التى أجريت بشأن وقايتها من الاصابة بالفطريات ، وذلك على النحو التالى :

المبيد الفطرى المستخدم	محتوى المادة اللاصقة من المبيدات الفطرية معبرا عنها بالنسبة المئوية	ورق ترشيح									ورق مصنوع من الخرق البالية									ورق جرائد									ورق طباعة								
		فترة التعريض للرطوبة بعد المعالجة مقدرة بالاسبوع									فترة التعريض للرطوبة بعد المعالجة مقدرة بالأسبوع									فترة التعريض للرطوبة بعد المعالجة مقدرة بالاسبوع									فترة النعريض للرطوبة بعد المعالجة مقدرة بالاسبوع								
		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	١٤	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	١٤	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	١٤	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	١٤
الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات Sodium Penta-chloro Phenate	صفر	٥									٥									–	–	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٤ ٤	٢	٢	٢	٣	٤	٤	٤	٥	
	٠ر٠٤	٢	٢	٢	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	–	–	١	١	١	١	٢	٢	٣ ٣	–	–	٢	٣	٣	٣	٣	٤	٤
	٠ر٠٦	١	١	١	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	–	–	١	١	١	١	٢	٢	٢	–	–	٢	٢	٢	٢	٢	٣	٣
	٠ر٠٨	–	١	١	١	١	١	١	١	٢	–	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٤	٤	–	–	–	١	١	١	١	١	١	–	–	١	١	١	١	١	٢	٢
	٠ر١	–	–	–	–	–	–	–	–	١	–	١	١	٢	٣	٣	٣	٣	٣	–	–	–	–	–	–	١	١	١	–	–	–	١	١	١	١	٢	٢
	٠ر٢	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	١	١	١	١	١	١	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	٠ر٤	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–										–	–	–	–	–	–	–	–	–
	٠ر٦	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–										–	–	–	–	–	–	–	–	–

المبيد الفطرى المستخدم	محتوى المادة اللاصقة من المبيدات الفطرية معبرا عنها بالنسبة المئوية	ورق ترشيح: فترة التعريض للرطوبة بالاسبوع				ورق جرائد: فترة التعريض للرطوبة بالاسبوع			
		٤	١١	١٤	١٩	٤	١١	١٤	١٩
الملح الصوديومى لرباعى الكلوروفينات . Sodium tetra-chloro phenate.	صفر					–	٣	٣	٣
	٠ر٠٥	٣	٤	٤	٤	–	٢	٢	٢
	٠ر١٠	١	٣	٣	٤	–	١	١	١
	٠ر١٥	–	١	١	١ ٢	–	–	١	١
	٠ر٢٠	–	–	–	– –	–	–	–	–

		فترة التعريض للرطوبة بالاسبوع					فترة التعريض للرطوبة بالأسبوع .				فترة التعريض للرطوبة بالأسبوع .			
		٢	٥	١٠	١٢		٢	٥	١٠	١٢	٢	٥	١٠	١٢
البيتانافتول Beta-Naphthol	صفر	–	١	٤	٤		٤	٤	٤	٤	٤	٤	٥	٥
	٠ر١	–	–	٣	٤		٤	٤	٤	٤	–	–	٤	٤
	٠ر٢	–	–	١	٢		٣	٣	٣	٣	–	–	٤	٤
	٠ر٣	–	–	١	٣		٢	٢	٢	٣	–	–	٣	٣
	٠ر٤	–	–	١	٢		–	٢	٢	٢	–	–	٣	٣
	٠ر٥	–	–	١	٢		–	–	–	١	–	–	١	٢
	٠ر٦	–	–	١	٢		–	–	–	–				
	٠ر٧	–	١	–	٢		–	–	–	–	–	–	–	١
	٠ر٨	–	–	–	١		–	–	–	–	–	–	–	١
	٠ر٩	–	–	–	١		–	–	–	–	–	–	–	–
	١ر٠	–	–	–	٢									

جـدول يوضـح الكفاءة النسبية للمبيدات الفطرية لوقاية الأوراق المعالجة بعجينة دقيق القمح من الاصابة بالفطريات .

الرمـــوز :

(–) = عدم حدوث نمو فطرى .
(١) = حدوث نمو فطرى فى مواضع ضئيلة جدا ومتفرقة .
(٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة .
(٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ .
(٤) = حدوث نمو فطرى وفير
(٥) = حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الورق بأكمله .

وعلى ذلك يرى بلياكوفا أن أنسب المبيـدات الفطرية لوقاية المواد اللاصقة المستخدمة فى تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق هو الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات ويرى اضافته الى المواد اللاصقة بالنسب المئوية الآتية (مقدرة بالنسبة للوزن الكلى للمادة اللاصقة) ٠

الغراء الحيوانى	١٪
الدكسترين	٠ر٧٥٪
عجينة دقيق البطاطس	٠ر٤٥٪
عجينة دقيق القمح	٠ر٤٪

ثالثا : اختبار المواد المستخدمة فى لصق اغلفة الكتب والمخطوطات الجلدية للوقوف على مدى قابليتها للاصابة بالفطريات ٠

المواد اللاصقة المستخدمة :

١ ــ الاثيل سليولوز (Ethylcellulose) على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١٥٪ ٠

٢ ــ البوتفار (Butvar) على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١٥٪ ٠

٣ ــ خلات الفينيل المبلمرة (Polyvinyl acetate) على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ٣٠٪ ٠

٤ ــ كحولى البولى فنيل (Polyvinyl alcohol) على صورة محلول مائى درجة تركيزه ١٥ ٪ ٠

٥ ــ البولى مثيل اكريلات (Polymethylactylate) على صورة محلول مائى درجة تركيزه ٢٩٪ ٠

طريقة العمل : (Experimental Procedure)

أخذت عينـات من جلود الماعز بمقاسات مناسبة وعولجت بالمواد اللاصـــقة ثم حقنت بمزرعـــة نقيـــة من فطـر البنسليوم ريكويفورتى (Penicillium requeforti) واخيرا علقت فى صندوق محكم الغلق مشبع تماما بالرطوبة لمدة تتراوح ما بين أربعة أيام وأربعة وخمسين يوما ٠

كيفية المعالجة	الفترة التى عرضت فيها الجلود المعالجة للرطوبة بالأيام					
	٤	٥	٩	١٢	٢٠	٢٤
عينة جلد غير معالجة بالمواد اللاصقة ٠	١	٢	٣	٤	٥	٥
عينة جلد معالجة بمحلول كحولى من الأثيل سليولوز درجة تركيزه ١٥٪ ٠	–	–	١	١	١	١
عينة جلد معالجة بمحلول كحولى من البوتفار درجة تركيزه ١٥٪	–	–	١	٢	٢	٢
عينة جلد معالجة بمحلول كحولى من خلات الفنيل المبلمرة درجة تركيزه ٣٠٪ ٠	–	–	١	٢	٢	٢
عينة جلد معالجة بمحلول مائى من كحول البولى فنيل درجة تركيزه ١٥٪ ٠	–	١	٤	٥	٥	٥
عينة جلد معالجة بمحلول مائى من الأثيل سليولوز درجة تركيزه ٢٩٪ ؟ ٢٩٪ ٠	–	١	٣٢	٣	٥	٥

جـــدول (١) :

يوضح مدى مقاومة الجلود المعالجة أسطحها الخارجية بالمواد اللاصقة للاصابة بالفطريات ٠

الرمـــوز :

(–) عدم حدوث نمو فطرى ٠

(١) = حدوث نمو فطرى فى مواضع ضئيلة جدا ومتفرقة ٠

(٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة ٠

(٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ ٠

(٤) = حدوث نمو فطرى وفير ٠

(٥) = حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الجلد بأكمله ٠

كيفية المعالجة	الفترة التى عرضت فيها الجلود المعالجة للرطوبة بالأيـــام	
	١٢	٢٧
عينة جلد معالجة بمحلول كحولى مـــن الاثيل سليولوز درجة تركيزه ١٥٪ ٠	١	٣
عينة جلد معالجة بمحلول كحولى مـــن البوتفار درجة تركيزه ١٥٪ ٠	٢	٣
عينة جلد معالجة بمحلول كحولى مـــن خلات الفنيل المبلمرة درجة تركيزه ٣٠٪	٣	٤
عينة جلد معالجة بمحلـــــول مائى من كحول البولى فنيل درجة تركيزه ١٥٪ ٠	٤	٥
عينة جلد معالجة بمحلول مائى من البولى مثيل اكزيلات درجة تركيزه ٢٩٪ ٠	٣	٥
عينة جلد غير معالجة بالمواد اللاصقة	٢	٥

جـــدول (٢) :

يوضح مدى مقاومة الجلود المعالجة أسطحها الداخلية بالمواد اللاصقة للاصابة بالفطريات ٠

الرمـــوز :

١ ـ حدوث نمو فطرى فى مواضع ضئيلة جدا ومتفرقة ٠

٢ ـ حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة ٠

٣ ـ حدوث نمو فطرى ملحوظ ٠

٤ ـ حدوث نمو فطرى وفير ٠

٥ ـ حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الجلد بأكمله ٠

الاستنتاجات :

١ ـ يتضح من الجدول (١) ، (٢) أن معالجة عينات الجلد بالمحلول

الكحـولى للاثيـل سليولوز قد زاد من مقـاومتها للاصـــابة بفطر البنيسليوم ريكويفورتى ٠

٢ ـ يتضح من الجدول (١) ، (٢) ان معدل نمو فطر البنيسليوم ريكويفورتى على الجلود المعالجة بالمحلول الكحولى لكل من البوتفار وخلات الفنيل المبلمرة قد نقص ٠

٣ ـ يتضح من الجدول (١) ، (٢) أن معالجة عينات الجلد بالمحلول المائى لكل من كحول البولى فنيل والبولى مثيل اكريلات قد قلل من مقاومة الجلد للاصابة بالفطريات ٠٠ ويلاحظ أن معدل نمو الفطر على العينات المعالجة بالمحلول المائى لهاتين المادتين قد زاد عن معدل نموه على العينات غير المعالجة بالمواد اللاصقة ٠

وعلى ذلك فقد انتهى بلياكوفا الى القول بأن المثيل سليولوز يتميز الى درجة كبيرة بعدم قابليته للاصابة بالفطريات ، وعلى ذلك فانه يوصى باستخدامه فى لصق أغلفة الكتب والمخطوطات الجلدية ٠

الطـرق البيئيـــة :

مما لا شك فيه أن مقاومة وابادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة سواء بالطرق الكيميائية أو بالطرق الطبيعية لها مخاطرها ، الأمر الذى يجعل طرق المقاومة البيئية من أنسب وأفضل الطرق لوقاية مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق وغيرها من المتاحف الأثرية من أخطـار الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠

وتتلخص طرق المقاومة البيئية فيما يأتى :

١ ـ ترتبط اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالكائنات الحية الدقيقة وخاصة الفطريات بزيادة الرطوبة النسبية فى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية عن الحـد المأمون ، ففرص نمـو الفطريات على مواد مثل الغراء والجلود والرق والورق والبردى وغير ذلك من المواد العضوية تتزايد بتزايد الرطوبة النسبية ٠٠ بل انه يمكن القول بأن نمو الفطريات هو دلالة كافية على زيادة الرطوبة النسبية عن الحد المأمون ٠

ولقد أثبتت كثير من التجارب أنه يمكن ايقاف نمو الفطريات اذا ما كانت الرطوبة النسبية فى أجـواء دور الـكتب والأرشـيف والوثائق لا تزيد عن ٦٥٪ فى حدود درجات الحرارة التى تتراوح بين ١٦ ، ٢٤ درجة مئوية ، وبهذا تكون هذه النسبة هى الحـد

الأعلى المسموح به اذا ما أردنا وقاية الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار الاصابة بالفطريات .

٢ ـ أثبتت التجارب أن خزانات العرض والتخزين محكمة الغلق تكفل عدم تزايد الرطوبة النسبية فى أجوائها عن الحد المأمون . ولذلك فان الاحتفاظ بالكتب والمخطوطات والوثائق فى خزانات محكمة الغلق يقلل من فرص اصابتها بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٣ ـ أثبتت التجارب أن التهوية الجيدة تساعد كثيرا على انضباط الرطوبة النسبية والاحتفاظ بها فى الحدود المأمونة . وعلى ذلك فان مداومة تهوية أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية يقلل من احتمال اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٤ ـ أثبتت التجارب أن الأتربة بالاضافة الى كونها تؤدى الى تشويه مظهر الكتب والمخطوطات والوثائق فانها تعمل كمنابت للفطريات ، وعلى ذلك فان مداومة أعمال النظافة يقلل من احتمال اصابة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق من أخطار الاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٥ ـ أثبتت التجارب أن الحموضة الزائدة من أسباب اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ، وعلى ذلك فان ازالة الحموضة الزائدة والاحتفاظ بالكتب والمخطوطات بعيدا عن تأثير الشوائب الغازية الحمضية فى أجواء المدن الصناعية عن طريق وضعها فى خزانات محكمة الغلق يقلل من احتمالات اصابتها بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٦ ـ فى حالة دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية الموجودة بالمدن الساحلية القريبة من البحار حيث يكون الهواء محملا بالرطوبة والذرات الدقيقة للأملاح . وهى من الأسباب الرئيسية لنمو الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ، فانه من الضرورى وضع الكتب والمخطوطات والوثائق فى خزانات محكمة الغلق وعدم تركها على أرفف مكشوفة . حتى يمكن وقايتها من أخطار الاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٧ ـ مداومة أعمال التفتيش الدورى على مقتنات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية للوقوف على حالتها وحتى يمكن عزل الكتب والمخطوطات والوثائق المصابة وتعقم صالات العرض والمخازن فى الوقت المناسب ٠

★★★

وفى نهاية الحديث عن عوامل التلف البيولوجى وطرق مقاومتها وابادتها وبعد أن اتضحت لنا الجوانب المختلفة لهذا الموضوع ، أجد أن خير ما أختم به هذا الباب هو أن أقدم للقارىء اتجاهات ونتائج الدراسة القيمة التى أجراها بيلايا (I. K. Belaya) لمعرفة تأثير كل من الأشعة فوق البنفسجية قصيرة الموجة وبعض المبيدات الفطرية والبكتيرية الشائعة الاستعمال على الورق ، وذلك حتى نقف على نتائجها ونسترشد بها عند التصدى لمشكلة اختيار أنسب الطرق وأفضل المواد لابادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ، بما يكفل عدم تعريض سلامة الكتب والمخطوطات والوثائق للخطر ٠٠ وذلك على النحو التالى :

أولا ـ تأثير بعض المبيدات الشائعة الاستعمال على الورق :

من الثابت أن المركبات الكيميائية المستخدمة كمبيدات فطرية وبكتيرية لها تأثيراتها الضارة على أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق . من حيث كونها تؤدى ليس فقط الى حدوث نقص فى متانة الأوراق المعالجة بها ، بل انها تتسبب أيضا فى تغير لونها كلما ازدادت قدما ٠

وعلى ذلك فقد اهتم بيلايا بدراسة تأثير عدد من أكثر المبيدات استخداما فى عملية ابادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة وذلك بغرض اختيار أقلها اتلافا للورق ٠

ومن ناحية أخرى ولما كان بيلايا مهتما بمعرفة مدى التلف الذى يحدث للأوراق المعالجة بهذه المبيدات الفطرية والبكتيرية كلما زدادت قدما ، فقد حرص على اجراء عمليات اسراع صناعى فى القدم للأوراق المعالجة ٠

ولما كانت قياسات مدى تحمل الورق للطى ودرجة الحموضة هى أكثر القياسات تعبيرا عن مدى التلف الذى يتعرض له الورق ، فقد قام بيلايا

- تبين مدى تحمل الأوراق المعالجة للطى ودرجة حموضتها بعد فترة من المعالجة ، ثم بعد أن أجريت لها عمليات اسراع صناعى فى القدم .

المبيدات المستخدمة :

١ ـ الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات ($C_6 Cl_5$ Ona.nH $_2$O)
على صورة محلول مائى بنسب تركيز مختلفة هى : ١ ٪ ، ١ر٠ ٪ ، ٢ر٠ ٪ ، ٤ر٠ ٪ .

٢ ـ الملح الصوديومى لرباعى الكلوروفينات
(C_6 H cl_4 ONa . nH $_2$ O)
على صورة محلول مائى بنسبة تركيز ٤ر٠ ٪ .

٣ ـ الملح الصوديومى لثلاثى الكلوروفينات ($C_6H_2 cl_3$ ONa.nH $_2$O)
على صورة محلول مائى بنسبة تركيز ١ ٪ .

٤ ـ هيدروكسى بيفينات الصوديوم (C_{12} H_9 ONa. 3 H 20)
على صورة محلول مائى بنسب تركيز مختلفة هى : ١٪ ، ١ر٠ ٪ ، ٤ر٠ ٪ .

٥ ـ فوسفات اثيل الزئبق
(Ethylmercury phosphate C_2 H_5Hg Po 4)
على صورة محلول مائى بنسبة تركيز ٢٠٠ر٠ ٪ .

٦ ـ فلوروسيليكات الأمونيوم
(Ammonium fluro silicate $(NH4)_2$ siF_6)
على صورة محلول مائى بنسب تركيز مختلفة هى : ١ ٪ ، ١ر٠ ٪ .

٧ ـ البيتانافثول
على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ٢٥ ٪ .
ولعلاج الورق يؤخذ ملليلتران من هذا المحلول ويضاف اليهما ٩٨ ملليلترا من الماء ، على أن يرج المحلول الناتج بشدة قبل الاستعمال .

أسلوب العمل : (Experimental procedure)

١ ـ شبعت عينات الورق بمحاليل المبيدات الفطرية والبكتيرية ثم جففت فى الهواء .

٢ ـ بعد مرور خمسة أيام على عملية المعالجة أجريت لعينات الورق قياسات مدى تحملها للطى وقدرت درجة حموضتها .

٣ ـ للوقوف على مدى التلف الذى تتعرض له الأوراق المعالجة كلما

ازدادت قدما ، أجريت لعينات الورق عمليات اسراع صناعي في القدم في جو رطب . وذلك لمدة ١٢٠ ساعة عند درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية وفي جو رطوبته النسبية ٧٠ ٪ ثم قدر مدى تحملها للطي وقيست درجة حموضتها .

النتـــائج :

المعالجـة	مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطي مقدرا بعدد مرات الطي المزدوجة .	التغير في مدى تحمل عينات الورق للطي مقدرا بالنسبة المئوية .	درجـة الحموضـة مقـدرة بقيمة الاس الهيدروجيني
عينة ورق غير معالجة	١٫٥٢		٦٫٦٠
عينة ورق معالجة بمحلول البيتانافثول نسبة تركيزه ٥ر٠٪ .	١٫٣٠	نقص بمقدار ٥ر١٤٪	٧٫٥٠
عينة ورق معالجة بمحلول من فوسفات اثيل الزئبق نسبة تركيزه ٠٠٢ر٠٪	١٫٤٧	نقص بمقدار ٤ر٣٪	٦٫٢١
عينة ورق معالجـة بمحلـول من فلوروسليكات الأمونيوم نسبة تركيزه ١٪ .	١٫٩٣	زاد بمقدار ٣ر٢٦٪	٤٫١٠
عينة ورق معالجة بمحلول منفلوروسليكات الأمونيوم نسبة تركيزه ١ر٠٪	٢٫١٠	زاد بمقدار ١ر٣٨٪	٤٫١٠
عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسي بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ١٪ .	ـــ		٩٫٣٢
عينة معالجة بمحلول من هيدروكسي بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ٤ر٠٪	٠٫٤	نقص بمقدار ٧٤٪	٧٫٥٠
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي لثلاثي كلورالفينات نسبة تركيزه ١٪ .	٠٫٦٧	نقص بمقدار ٥٦٪	٨٫٤٩
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي لرباعي كلورو الفينات نسبة تركيزه ٤ر٠٪	٠٫٨٧	نقص بمقدار ٨ر٤٣٪	٧
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات نسبة تركيزه ٢ر٠٪	١٫٨٠	زاد بمقدار ٤ر١٨٪	٦٫٨٠
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي لخماسي الكلورفينات نسبة تركيزه ٤ر٠٪	١٫٦٢	زاد بمقدار ٥ر٦٪	٦٫٩٠

جدول (١) يوضح قياسات مدى تحمل الطي ودرجة الحموضة لعينات مأخوذة من ورق الترشيح .

المعالجة	مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطى مقدرا بعدد مرات الطى المزدوجة .	التغير فى مدى تحمل عينات الورق للطى مقدرا بالنسبة المئوية .	درجة الحموضة مقدرة بقيمة الاس الهيدروجينى
عينة ورق غير معالجة	٨ر٥٨		٤ر٩٠
عينة ورق معالجة بمحلول من البيتانافتول نسبة تركيزه ٥ر٠٪ .	٩ر٨٢	زاد بمقدار ٩ر١٠٪	٤ر٩٣
عينة ورق معالجة بمحلول من فوسفات اثيل الزئبق نسبة تركيزه ٠٠٢ر٠٪	١٠ر١٧	زاد بمقدار ٩ر١٤٪	٥ر٢٣
عينة ورق معالجة بمحلول من فلوروسليكات الأمونيوم نسبة تركيزه ١٪ .	١٥ر١٨	زاد بمقدار ٥ر٧٩٪	٤ر١٥
عينة ورق معالجة بمحلول من فلورسليكات الأمونيوم نسبة تركيزه ١ر٠٪	١٩ر٨١	زاد بمقدار ٨ر١٣٣٪	٤ر١٥
عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسى بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ١٪ .	٥ر٧٨	نقص بمقدار ٣ر٣٤٪	٨ر٨٥
عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسى بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ١ر٠٪	٦ر٩٠	نقص بمقدار ١ر٢٢٪	——
عينة معالجة بمحلول من هيدروكسى بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ٤ر٠٪	٦ر٠٠	نقص بمقدار ٢٣٪	٧ر٣٠
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لثلاثى الكلورفينات نسبة تركيزه ١٪ .	٧ر٥٣	نقص بمقدار ٢ر١٤٪	——
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لرباعى كلورو الفينات نسبة تركيزه ٤ر٠٪	١١ر٤٠	زاد بمقدار ٧ر٢٨٪	——
عينة معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لخماسى الكلورفينات نسبة تركيزه ١٪ .	٧ر٤٣	نقص بمقدار ٣ر١٣٪	——
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات نسبة تركيزه ٢ر٠٪	٨ر٦٨	نقص بمقدار ٢٪	٦ر٥٠
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لخماسى الكلورفينات نسبة تركيزه ٤ر٠٪	٩ر٨٠	زاد بمقدار ٧ر١٠٪	٦ر٥٠

جدول (٢) يوضح قياسات مدى تحمل الطى ودرجة الحموضة لعينات مأخوذة من ورق الطباعة من نوع (Atkangel'sk)

المعالجة	مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطى مقدرا بعدد مرات الطى المزدوجة .	التغير فى مدى تحمل عينات الورق للطى مقدرا بالنسبة المئوية .	درجة الحموضة مقدرة بقيمة الاس الهيدروجنى السالب
عينة ورق غير معالجة	٣٫٤٠		٥٫١٩
عينة ورق معالجة بمحلول من البيتانافتول نسبة تركيزه ٠٫٢٪	٣٫٠٠	نقص بمقدار ١١٫٨٪	٥٫١٢
عينة ورق معالجة بمحلول من فوسفات	٣٫٦٥	زاد بمقدار ٧٫٣٠٪	٤٫٨٥
اثيل الزئبق نسبة تركيزه ٠٫٠٠٢٪ فلوروسليكات الأمونيوم نسبة تركيزه ١٪ .	٢٫٩٥	نقص بمقدار ١٣٫٣٪	٣٫٦٨
عينة ورق معالجة بمحلول من فلوروسليكات الأمونيوم نسبة تركيزه ٠٫١٪	٣٫٦١	زاد بمقدار ٦٫١٪	٣٫٦٨
عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسى بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ١٪ .	———	———	٨٫٣٢
عينة معالجة بمحلول من هيدروكسى بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ٠٫٤٪	٢٫٥٥	نقص بمقدار ٢٥٪	٧٫٥٠
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لثلاثى كلورالفينات نسبة تركيزه ١٪ . ١٪ .	٢٫٨٠	نقص بمقدار ١٧٫٠٪	———
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لرباعى كلورو الفينات نسبة تركيزه ٠٫٤٪	٢٫٨٤	نقص بمقدار ١٦٫٥٪	———
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات نسبة تركيزه ٠٫٢٪	٣٫١٢	نقص بمقدار ٨٫٢٪	٥٫٦٠
عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومى لخماسى الكلورفينات نسبة تركيزه ٠٫٤٪	٣٫٤٠	لم يحدث تغير	٥٫٦٠

جدول (٣) يوضح قياسات مدى تحمل الطى ودرجة الحموضة لعينات مأخوذة من ورق الجرائد من نوع (Gorkii)

ومن دراسة النتائج التى انتهى اليها بيلايا تتضح لنا الأمور الهامة التالية :

١ ــ يتضح من الجدول (١) ، (٢) أن استخدام محلول البيتانافتول بدرجة تركيز ٥ر٠ ٪ قد أدى الى حدوث تلف ملحوظ لعينات الورق المأخوذة من كل من ورق الترشيح وورق الجرائد ٠

وفى هذا الصدد فقد أشار بيلايا الى أن لون الأوراق المعالجة بمحلول البيتانافتول والتى أجريت لها عمليات اسراع صناعى فى القدم قد ازداد اصفرارا بمرور الوقت ٠

٢ ــ يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أنه قد حدث نقص فى مدى تحمل عينات الورق المأخوذة من ورق الترشيح للطى ، نتيجة لمعالجتها بمحلول من فوسفات اثيل الزئبق نسبة تركيزة ٠٠٢ر٠٪ بينما لم يتأثر مدى تحمل عينات الورق المأخوذة من كل من ورق الطباعة وورق الجرائد للطى نتيجة للمعالجة بهذا المحلول ٠

وفى هذا الصدد فقد نوه بيلايا الى عدم امكانية اجراء عمليات اسراع صناعى فى القدم لعينات الورق المعالجة بمحلول فوسفات اثيل الزئبق ، نظـرا لأن فوسفات اثيل الزئبق يتحلل بالحرارة معطيا فلز الزئبق الذى يغطى الورق بطبقة لامعة تشوه مظهره ٠

٣ ــ يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن استخدام محلول من فلوروسليكات الأمونيوم بدرجة تركيز تتراوح ما بين ١ر٠٪ ، ١ ٪ لا يتلف الأوراق المعالجة ، بل انه يزيد الى درجة ملحوظة من متانتها ، ويتضح هذا من الزيادة الملحوظة فى مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطى ٠

٤ ــ يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن استخدام محلول من الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات بنسب تركيز ١ر٠ ٪ ، ٢ر٠ ٪ ، ٤ر٠ ٪ لا يؤدى الى حـدوث تلف ملحوظ لعينات الورق المعالجة ٠

٥ ــ يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن استخدام محلول من الملح الصوديومى لرباعى الكلوروفينات بدرجة تركيز ٤ر٠٪ لا يؤدى الى حدوث تلف ملحوظ لعينات الورق المعالجة ، وأنه يتساوى فى درجة تأثيره على الأوراق المعالجة به مع محاليل الملح الصـوديومى لخماسى الكلوروفينات ٠

٦ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن محلول الملح الصوديومى لثلاثى الكلوروفينات يعد أكثر أملاح الكلوروفينات اتلافا للورق ٠

وقد أشار بيلايا الى أن محلول الملح الصوديومى لثلاثى الكلوروفينات يكسب الأوراق المعالجة به لونا أصفرا وأنه يكسبها أيضا رائحة كريهة نفاذة ٠

٧ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن محاليل الهيدروكسى بيفينات الصوديوم هى أكثر المبيدات الفطرية والبكتيرية اتلافا للورق ، وان معدل التلف يزيد كلما زادت درجة تركيز المحلول ٠ وقد أشار بيلايا الى أن لون الأوراق المعالجة يتحول الى اللون الأصفر

أثناء عمليات الاسراع الصناعى فى القدم ٠

ومن هذا فقد انتهى بيلايا الى القول بما يأتى :

(أ) جميع المبيدات الفطرية والبكتيرية التى تمت دراسة تأثيراتها على الأنواع المختلفة من الورق لها تأثير متلف ، وان اختلفت فيما بينها فى درجة الاتلاف ٠

(ب) يعتبر فلوروسليكات الأمونيوم أقل المبيدات الفطرية والبكتيرية اتلافا للورق ٠

(جـ) محاليل الملح الصوديومى لخماسى الكلوروفينات (٢ر٠٪ ، ٤ر٠٪) أقل اتلافا للورق من محاليل البيتانافتول ، وذلك على عكس ما هو شائع بين العاملين فى هذا الحقل ٠

(د) يعتبر هيدروكسى بيفينات الصوديوم من أكثر المبيدات الفطريه والبكتيرية اتلافا للورق ٠

(هـ) بالرغم من أن محلول الملح الصوديومى لثلاثى الكلوروفينات لا يؤدى الى حدوث تلف شديد للأوراق المعالجة به ، الا أنه يجب تجنب استخدامه ، نظرا لأنه يكسب الأوراق المعالجة لونا أصفرا ولأنه يكسبها ايضا رائحة كريهة نفاذة ٠

الباب الرابع

تطبيقات العلاج والترميم

مقـــدمة :

تطورت أساليب عـلاج وترميم مقتنيـات دور الكتب والأرشـيف والوثائق التاريخية تطورا كبيرا فى النصف الثانى من القرن العشرين ، وذلك بعـد أن توثقت العـلاقة بينها وبين علوم الكيميـاء والطبيعـة والبيـولجيا .

ولقد كان هذا أمرا ضروريا ومنطقيا ، فلم يكن من الممكن أن تتطور أعمال وأساليب العلاج والترميم ما لم يكتسب القائمون بها الخبرة التى تتأتى بالمران الطويل وما لم تتوثق الصلة بينهم وبين زملائهم العلميين الذين يقومون عادة بأعمال الصيانة ، وهم بطبيعة دراساتهم وتخصصاتهم القادرون على فحص المقتنيات باستخدام ما يتوفر لديهم من أجهزة علمية ، وعلى استنباط ما يتناسب مع مادتها وطبيعتها من المواد والأساليب .. وقد قال فى هذا عالم الترميم البولندى المشهور الأستاذ/ماركونى وهو على حق : « ان على المرمين اذا أرادوا التفوق أن يتعلموا كيف يتعاملون مع المشتغلين بالتاريخ والآثار من ناحية ومع المشتغلين بالعلوم المختلفة من ناحية أخرى » .

ومهما اختلفت وجهات النظر فى كيفيـة علاج وترميم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فان عمليات العلاج والترميم ليست على أية حال مجرد اصلاح لما يتلف من هذه المقتنيات ، بل هى عمليات ذات طبيعة خاصة لها أصـولها وتقاليدها ولابد أن تمارس من منطلق الخبرة الواسعة والدراية الكاملة بطبيعة وخصائص النوعيات المختلفة من المقتنيات والا فقدت عمليـات العـلاج والترميم الغرض منها ، وكم أضاع العـلاج والترميم الخاطئ وثائق هامة ومخطوطات نادرة .

وانطلاقا من هذا لابد أن تتلاءم وتنوع عمليات العلاج والترميم حسب نوعية وخصائص الحالة المطلوب علاجها وترميمها من حيث مادتها وشكلها ومظهرها وسماتها الفنية ، وذلك على اعتبار أن الوثيقة أو المخطوطة ليست كيانا ماديا مجردا من المحتوى الفكرى والفنى والحضارى ٠

وعلى أية حال فقد ترسخت مع الزمن وبالممارسة مبادىء عامة تحكم عمليات العلاج والترميم لابد وأن يضعها العاملون فى هذا الحقل نصب أعينهم ونلخصها فيما يلى :

١ ــ عدم القيام بأعمال العلاج والترميم التى يترتب عليها محو أو تغيير أو تشويه أو طمس الخصائص المادية أو المعنوية للوثيقة أو المخطوطة من حيث الشكل والمظهر والسمات الفنية ونوعية الكتابات والأحبار المستخدمة فيها ٠

٢ ــ عدم عدم القيام بأعمال العلاج والترميم التى قد تؤدى الى اضعاف أو الاضرار بمادة الوثيقة أو المخطوطة ٠

٣ ــ عدم الافراط فى عمليات العلاج والترميم والاكتفاء بالقدر الضرورى منها لضمان بقاء الوثيقة أو المخطوطة ٠

٤ ــ القيام بأعمال العلاج والترميم بالكيفية والطريقة التى تسهل معها التفرقة بين الأجزاء المرممة والأجزاء غير المرممة من الوثيقة أو المخطوطة ٠

٥ ــ يجب استخدام مواد العلاج والترميم التى تسهل ازالتها دون الاضرار بالوثيقة أو المخطوطة وذلك عندما يراد تعديل أسلوب وطريقة الترميم ٠

٦ ــ لما كانت الأهداف المنشودة من جميع أعمال العلاج والترميم هى الابقاء على الوثائق والمخطوطات وغيرها من مقتنيات دور الكتب والأرشيف الى ما لا نهاية فلسوف يكون من الضرورى فى هذه الحالة اختيار مواد العلاج والترميم التى تكفل هذا الاستمرار وبحيث لا تتفاعل كيميائيا مع مادة الوثيقة أو المخطوطة بطريقة تؤدى الى الاضرار بها ٠٠ وانطلاقا من هذا يجب عدم الافراط فى استخدام اللدائن الصناعية لحداثة العهد بها ولعدم وقوفنا حتى الآن على حقيقة التغيرات الكيميائية والطبيعية التى قد تحدث لها مع الزمن٠٠ ولعله يكون من الأفضل استخدام المواد الطبيعية والخامات التى تنتج بمواصفات محددة خصيصا لعمليات العلاج والترميم ٠

بقيت كلمة أخيرة سوف أطرح فيها تصورى عن الهيكل التنظيمى لمرافق الصيانة والعلاج والترميم فى دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ، وذلك من حيث نوعية المعامل والأقسام التى يجب أن تشتمل عليها هذه المرافق ومن حيث التخصصات الواجب توافرها ٠٠ وأرى أن تشتمل مرافق أو مراكز الصيانة والعلاج والترميم على المعامل أو الأقسام الآتيــة :

١ ــ قسم لتسجيل المقتنيات المطلوب صيانتها وعلاجها وترميمها ليكون بمثابة أرشيف علمى لأعمـال الصيانة والعـلاج والترميم ٠ ومن الطبيعى أن يشتمل هـذا القسم على معمل للتصـوير الفوتوغرافى كامل التجهيزات ٠

٢ ــ معمل بيولوجى لمقاومة وابادة الحشرات والكائنات الحيـة الدقيقة التى تصيب المقتنيات بالتلف ٠٠ ومن الطبيعى أن يقوم هذا المعمل بجانب الأعمـال التنفيذية باجـراء الدراسـات والبحـوث العلمية الميـدانية التى تكفل استخدام أفضل المبيـدات الحشرية والفطرية والبكتيرية واستنباط أنسب وسائل المقاومة والابادة ٠

٣ ــ معمل للتحاليل بالطرق الكيميائية تكون مهمته الأساسية التعرف على المواد التى تتكون منها الوثائق والكتب والمخطوطات والوقوف على التغيرات الكيميائية التى تحدث لهذه المواد نتيجة لتعرضها أو وقوعها تحت تأثير عوامل التلف المختلفة ٠

ومما لا شك فيه أن هذه التحاليل أو الدراسات سوف تفيد كثيرا فى عملية الربط بين مسببات التلف والنتائج المؤدية اليها ، الأمر الذى يساعد كثيرا على تهيئة الظروف المناسبة لحفظ وصيانة هذه المقتنيات ٠٠ وبالاضافة الى ذلك فان معرفة المواد الداخلة فى تركيب وثيقـة أو مخطوطة ما ، سوف يكفل اختيار مواد العـلاج والترميم المناسبة لها ٠

٤ ــ معمل للفحص والتحليل بالطرق الفيزيائية تكون مهمته الأساسية التعرف على التغيرات الفيزيو ــ كيميائية التى تحدث للمواد المصنوعة منهـا مقتنيـات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية نتيجـة لتعرضها لعوامل التلف ٠

وأرى أن يشتمل هـذا المعمل على أجهـزة قياس مدى تحمل الألياف للشد أو المط ومدى تحملها للطى ومدى مقاومتها للتمزق، فضلا عن أجهزة قيـاس درجة الحموضـة ودرجة التبلمر ومعـدات الفحص الميكروسكوبى وأجهزة قياس الخصائص الضوئية ٠

٥ ـ قسم أو معمل للعلاج والترميم تكون مهمته القيام بأعمال التنظيف والتبييض والتنقيـة وازالة البقع والتقوية والاصـلاح اليـدوى أو الميكانيكى ٠

٦ ـ قسم للتجميع والتجليد ٠

أما فيما يختص بنوعيـة التخصصات الواجب توافرها فى مراكز الصـيانة والعـلاج والترميم ، فاننى أرى أن يلتحق بالمعامل والأقسـام المختلفة الأعداد الكافية من التخصصات الآتية :

١ ـ خريجو كليات العلوم من التخصصات الآتية :

طبيعة ـ كيمياء ـ كيمياء ونبات ـ كيمياء وحشرات ـ ميكروبيولوجى

٢ ـ خريجو الكليات والمعاهد الفنية من التخصصات الآتية :

طباعة ـ تصوير ـ زخرفة ـ تصوير فوتوغرافى ٠

٣ ـ خريجو المدارس الثـانوية الصناعية أو مراكز التـدريب المهنى من التخصصات الآتية :

الطباعة ـ الزخرفة ـ التجليد ـ الدباغة ٠

٤ ـ عمال مهرة من ذوى الخبرة فى مجال العمل ٠

ومن الطبيعى بل من الضرورى أن تعمل جميع هذه المعامل أو الأقسام كوحدة واحدة وبروح الجماعة حتى يمكن بذلك خلق مدرسة لها أسلوبها الخاص ، وحتى يمكن تحقيق التكامل بين التخصصـات العاملة فيهـا بما يكفل المحافظة على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية، تلك المقتنيات التى تشكل جزءا غاليا وعزيزا من التراث الثقافى والحضارى للبشرية ٠

الفصل الأول

علاج وترميم الورق والبردى

علاج وترميم الورق

الهدف الأساسى من عمليات العلاج والترميم هو استعادة الأوراق القديمة للمتانة والمرونة التى فقدتها مع الزمن نتيجة لتعرضها لعوامل التلف المختلفة واصلاح ما بها من تمزقات دون أن يترتب على ذلك محو أو تغيير أو تشويه أو طمس الخصائص المادية أو المعنوية للوثيقة أو المخطوطة أو الكتاب ٠

وحسب المبادىء التى استقرت فى مجال علاج وترميم الكتب والمخطوطات والوثائق فان عمليات العلاج والترميم لا تتضمن عملية استكمال النقوش والكتابات ٠

ويشتمل علاج وترميم الكتب والمخطوطات والوثائق على عدة عمليات أساسية هى :

١ ـ فصل الأوراق الملتصقة ٠

٢ ـ تثبيت النقوش والكتابات ٠

٣ ـ تنظيف الأوراق من المواد العالقة بها ٠

٤ ـ ازالة البقع ٠

٥ ـ التبييض والتنقية ٠

٦ ـ ازالة الحموضة الزائدة ٠

٧ ـ الصقل والتقوية بالطرق اليدوية والميكانيكية ٠

٨ ـ اصلاح التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة ٠

٩ ـ اظهار الكتابات الباهتة فى حالات خاصة ·

وسوف نتناول فيما يلى هذه العمليات بالتفصيل ·

أولا ـ طرق فصل الأوراق الملتصقة

تلتصق أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بعضها بالبعض الآخر فى بعض الأحيان نتيجة لوقوعها تحت تأثير الرطوبة الجوية الزائدة أو نتيجـــة لاصابتها ببعض الأنواع من الكائنات الحية الدقيقة وخاصـــة الفطريات ·

ويتبع لفصل مثل هذه الأوراق بعضها عن البعض الآخر عدة طرق تختلف باختلاف نوعية الأوراق وحالتها وقوة أو مدى التصاقها ونلخصها فى الخطوات التالية :

١ ـ فى حالة ما اذا كانت الأوراق ملتصقة بعضها بالبعض الآخر جزئيا يقوم المعالج بالقبض بشدة على كعب الكتاب أو المخطوطة أو على طرف من أطراف الأوراق الملتصقة ثم يقوم بثنى الكتاب برفق الى الأمام والى الخلف ·· وسـوف تؤدى هـذه العملية الى زحزحة الأوراق الملتصقة بعضها عن البعض الآخـر ، مما يسهل فيما بعـد عملية فصلها ·

٢ ـ فى الحالات التى تظل فيها الأوراق ملتصقة بعضها بالبعض الآخر جزئيا يقوم المعـالج بادخال مشرط أو سـكين من السكاكين التى تستخدم فى مزج الألواح (بالتة) بين الصفحات ويدفعها برفق وحذر حتى تنفصـل ·

٣ ـ فى الحالات التى لا تجدى فيها هذه الطرق اليدوية الجافة تعرض الأوراق الملتصقة لبخار الماء أو توضع فى صندوق محكم الغلق درجة رطوبته النسبية ١٠٠٪ لمدة أربع ساعات ، وبعدها تفصل الأوراق باستخدام مشرط أو سكين بالتة أو أية أداة أخرى مناسبة ·

٤ ـ فى حالات أخرى وخاصة عندما تكون الأوراق مصنوعة من الخرق البالية تفصـل الأوراق الملتصـقة بأن يوضع فوقها ورق نشاف مندى بالماء ثم تمرر فوقه مكواه ساخنة للدرجة المناسبة ولمدة تكفى لأن يتخلل بخار الماء الأوراق الملتصقة ويشبعها ·· يلى ذلك فصـــل الأوراق باستخدام مشرط أو سـكين بالته ·· وقد يتطلب الأمر تثبيت النقوش والكتابات قبل البدء فى هذه العملية ·

وفي جميع هـذه الحالات يجب أن يراعى المعالج أو المرمم الحذر الشديد حتى لا تتلف الأوراق أو يضيع بعض ما عليهـا من كتابات أو نقوش ٠

ثانيا ـ تثبيت النقوش والكتابات

من المعروف أن أقدم المـواد التى استخدمت فى الكتابة هى حبر الكربون الذى كان يحضر بمزج السناج مع وسيط من الصمغ أو الغراء ٠٠ وقد استخدم هذا النوع من الأحبار فى مصر القديمة للكتابة به على الخشب والفخار والعظام والبردى ٠٠ ومن حسن الحظ أن هذا النوع من مواد الكتابة لا يتأثر بالمواد الكيميائية القاصرة للألوان أو بأشعة الشمس ، ولعل هذا هو السبب فى أن النصوص المصرية القديمة المكتوبة على أوراق البردى قد وصلت الينا فى حالة جيدة مهما كانت الحالة التى صارت اليها هذه البرديات ، الا أنه فى نفس الوقت يتأثر بدرجة كبيرة بالماء وبخاصة عنـد استخدامه فى الكتابة على الورق . وذلك لتأثير المـاء على الوسيط ٠

وهناك نوع آخر من مواد الكتابة ـ يرجح أنه استعمل فى القرن الثانى قبل الميلاد أو قبل ذلك بقليل ـ يعرف باسم حبر الحديد ٠٠ وقد كان هذا النوع من الأحبار يحضر باضافة كمية صغيرة جدا من الحديد الى منقوع ثمار « جوزة العفص »(Gall nuts) وقد ثبت بالتحليل الكيميائى أن منقوع هذه الثمار يحتوى على حمض الجالوتانيك (Gallotannic acid) ويمكن الكشف عن هذا النوع من مواد الكتابة بالتجربة الآتية :

١ ـ يبلل جزء صغير من الكتابة فى أحد الأركان بنقطة من محلول مخفف جدا من حمض الخليك (١ ٪) ٠

٢ ـ يمتص الحبر بعد ذوبانه بقطعة صغيرة من ورق النشاف ثم يضاف اليه على الفور نقطة من محلول ١ ٪ من حديدو ـ سيانيد البوتاسيوم (Potassium ferro cyanide)

وعنـدما يتكون اللون الأزرق البروسى فانه يكون دلالة على وجـود هذا النوع من مواد الكتابة ٠ والواقع أن هذا النوع من الأحبار يفقد وضوحه ويبهت بتأثير أشعة الشمس ، كما أنه يتأثر بالمواد الكيميائية القاصرة للألوان (Bleaching materials) ولهذا السبب يجب معالجته سواء عند عرضه أو تخزينه أو عند علاج وترميم المخطوطات والوثائق التى استخدم فيها ٠

وبالاضافة الى ذلك توجد أنواع أخرى من مواد الكتابة التى استخدمت قديما ، وعلى سبيل المثال المواد التى كانت تستخرج من بعض الأسماك أو بعض الحشرات .. وهذه الأحبار بالذات سريعة الذوبان فى الماء ، كما أنها سريعة التأثر بأشعة الشمس والمواد الكيميائية القاصرة للألوان الأمر الذى يحتم معالجتها سواء عند العرض أو التخزين أو عند علاج وترميم الوثائق التى استخدمت فيها .

ولما كانت معظم مواد الكتابة التى استخدمت قديما يتأثر بالماء أو عند وجوده تحت تأثير أجـواء عالية الرطوبة فضـلا عن تأثرها بأشعة الشمس ، فانه من الضرورى علاجها وتثبيتها .

وتجرى عملية التثبيت عن طريق مس الكتابات بحذر ورفق بواسطة فرشاة رفيعة مبللة بأحد المحاليل الآتية :

١ ــ محلول مادة خلات الفنيل المبلمرة (Polyvinyl acetate) الذائبة بنسبة ٢ ٪ فى الأسيتون أو فى مزيج من المذيبات العضوية مكون من الأسيتون والكحول الاثيلى والبنزول بنسب متساوية .

٢ ــ محلول مادة البيداكريل (Polymethylmethacrylate) الذائبة بنسـبة ٢ ٪ فى مزيج من المذيبـات العضـوية مكون من الزيلين والأسيتون والكحول الاثيلى بنسب متساوية .

٣ ــ محلول من مادة الكلاتون ج أ (CALATON CA) وهو يتركب من النايلون القابل للذوبان (Normal hydroxy methyl nyton) الذى يحضر بعلاج النايلون بالفورمالدهيد ــ الذائب بنسبة ٥ ٪ فى الكحول الاثيلى المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠ ٪ .

٤ ــ محلول من مادة الكلاتون ج ب (CALATON CB) الذائبة بنسبة ٥٪ فى الكحول الاثيلى المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ .

ويحضر محلول الكلاتون ج أ والكلاتون ج ب باضافة الوزن المطلوب من أى منهما الى القدر المناسب من الكحول الاثيلى المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ ثم يجرى تسخينها على حمام مائى درجة حرارته ٦٠ درجة م مع

مداومة التقليب الى تمام الذوبان ويلاحظ أن محلول هاتين المادتين يصبح هلامى القوام فى درجة الحرارة العادية ولكنه يعود للذوبان ثانية عند اعادة تسخينه الى درجة حرارة ٤٠ درجة م ، ولذلك فانه يجب أن يحفظ دافئا أو ساخنا طوال مدة استخدامه فى العلاج ٠

وهذه المحاليل تكون بعد جفافها غشاء متداخلا فى طبقة الكتابة له الخواص الآتية :

- درجة عالية من المرونة ٠
- النفاذية لبخار الماء ٠
- لا يكسب الكتابات المعالجة به لمعانا ٠

ثالثا ـ تنظيف الأوراق من المواد العالقة

تتوقف الطريقة التى تتبع فى تنظيف الأوراق من المواد العالقة على حالة الورق وطبيعة المواد المستخدمة فى الكتابة ومدى تأثرها بالمحاليل المائية وعلى نوعية المواد العالقة ٠

وبصفة عامة تستخدم عادة عدة طرق لتنظيف الأوراق من المواد العالقة بها والتى تؤدى ليس فقط الى تشويه مظهرها ولكنها أيضا تشجع كثيرا من الحشرات والكائنات الحية الدقيقة على اصابتها ، وهذه الطرق هى :

التنظيف الجاف :

ولو أن هذا النوع من التنظيف لا يكون ضروريا فى كثير من الأحيان الا أنه يكون لازما فى حالات أخرى عديدة ، حيث يجب ازالة ما بالأوراق من آثار الأقلام أو مما قد يكون عالقا بها من فطريات أو بويضات الحشرات أو حينما يكون مطلوبا ازالة بعض البقع التى تتطلب استخدام نوع أو آخر من المذيبات العضوية كالكحول أو الأسيتون أو فى الحالات التى تتأثر فيها مواد الكتابة بالماء ٠

ويستخدم فى عملية التنظيف الجاف الأنواع المناسبة من المشارط

والفرش وأدوات ازالة آثار الاقلام ٠٠ أما فى حالة استخدام المذيبات العضوية فيجرى العمل عن طريق مس الأماكن المطلوب تنظيفها بفرشاة ناعمة مبللة بالمذيب على أن يوضع تحت الأوراق التى يجرى تنظيفها بالمذيبات العضوية أوراق تشاف لامتصاص المذيب وما يحمله من مواد ذائبة حتى لا ينتشر المذيب فى المناطق المجاورة للأماكن الملوثة ٠

وفى الحالات التى لا يجدى فيها التنظيف الجاف يمكن اتباع احدى الطريقتين الآتيتين اذا لم تكن مواد الكتابة من النوع الذى يتأثر بالماء أو بالمحاليل المائية ٠

التنظيف بالماء :

فى هذه الطريقة تغمر الأوراق المراد تنظيفها فى حمام من الماء البارد أو الدافىء لمدة نصف ساعة على الأقل مع مداومة هز الوعاء الذى تجرى فيه عملية التنظيف ٠٠ ومن الضرورى عند رفع الأوراق من الماء بعد تنظيفها عدم الامساك بها من الأركان أو بالأصابع بل يجب تجهيز حوامل بمقاس هذه الأوراق من البولى اثيلين أو بعض أنواع من الورق المقوى المصقول لاستعمالها فى رفع الأوراق من الماء وذلك بوضعها فوق الأوراق المراد رفعها من الماء وضغطها براحة اليد حتى يلتصقا معا ثم يرفعا سويا الى المكان المعد للتجفيف وبعدها ترفع الحوامل وهى ما زالت مبتلة٠٠ ويراعى عند رفع الحوامل أن تكون موازية لسطح الأوراق وذلك حتى يمكن تقليل الشد الناتج عن عملية فصل الحوامل الى أقل قدر ممكن ، وبذلك لا تتهتك الأوراق المنظفة ٠

التنظيف بالماء والصابون :

يستخدم التنظيف بالصابون فى الحالات التى لا يكفى فيها الماء لازالة العوالق السطحية أو المتداخلة بين ألياف الورق ٠٠ وتعتمد عملية التنظيف باستخدام الصابون على أمرين هما :

الأول : تحويل المواد الدهنية سواء كانت على هيئة بقع أو كانت على صورة غشاء يغلف جسيمات المواد العالقة بالأوراق الى مستحلبات أو

الى مواد قابلة للذوبان فى المـــاء عن طريق تفاعلهـا مع هيـدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم الناتج عن تميؤ الصابون ٠

الثانى : تخفيض الشد السطحى للماء بحيث يمكن أن يبلل كل دقائق الجسم وبذلك يجذب كل المواد العالقة ويزيلها كما هى معلقة فى الرغوة أو بعد تحويلها الى مواد ذائبة ٠

ومن الضرورى استخدام الماء اليسر فى عملية التنظيف باستخدام الصابون وذلك على أساس أن الصابون يتجبن فى حالة استخدام الماء العسر (Hard Water) الذى يحتوى على أملاح ذائبة من أملاح الكالسيوم أو الماغنسيوم نتيجة لتكون صوابين غير قابلة للذوبان فى الماء ٠٠ ونجد أن هذا لا يقلل فقط من فعل الصابون بل انه يعقد عملية الغسيل بتداخل هذه المواد اللزجة فى مسام الأوراق ٠

وتجرى عملية التنظيف باتباع الخطوات الآتيــة :

١ ـ توضع الأوراق المراد تنظيفها على ألواح من الزجاج ثم تبلل بالماء ٠

٢ ـ يؤخذ على طرف فرشاة ناعمة ومبتلة كمية صغيرة من الصابون ، وتجرى عملية التنظيف بحرص شديد باجراء حركة دائرية بطرف الفرشاة على مساحة صغيرة من الورق الى أن يتم تنظيفها ثم ينتقل العمل بعد ذلك الى مساحة أخرى الى أن ينتهى العمــل من جميع الأماكن التى تتطلب التنظيف ٠

٣ ـ بعد اتمام عملية التنظيف تنقل الأوراق وهى على الواح الزجاج الى حوض به ماء جار وتظل به حتى تتخلص من بقايا الصابون ٠٠ وبعد ذلك تنقل لتجف فى المكان المعد لذلك بالطرق السابق الاشارة اليهـــا ٠

رابعـا ـ ازالة البقع

تتطلب عملية ازالة البقع من الأوراق القديمة أن يكون القائمون بها على دراية بالكيميـاء ، وذلك على أساس أن عمليـة ازالة البقع تستلزم تحديد نوع الورق وحالته وتحديد نوعية البقع والمواد التى تسببت فيها

والتغيرات التى طرأت عليها ، وكذلك المواد الكيميائية اللازمة لعملية ازالة البقع وخواصها ومدى تأثيرها على الورق ، وأيضا الاحتياطات الواجب مراعاتها والحدود التي يجدر الوقوف عندها وخاصة عندما تكون الأوراق قد فقدت الكثير من ليونتها وصلابتها مع مرور الزمن ·

ولكل هذه الاعتبارات فان عملية ازالة البقع لا يصح القيام بها بطريقة روتينية ، بل يجب القيام بها اعتمادا على نتائج ما يجب اجراؤه من تجارب وبعد تحديد ما يتناسب والحالة موضوع العلاج ·

وفى حالات كثيرة يضطر القائمون بهذا العمل الى الموازنة بين سلامة الكتب والمخطوطات والوثائق وبين ازالة ما بها من بقع ·· وحيث أن المواد التى تتسبب فى تبقع الورق يتغير تركيبها الكيميائى مع مرور الزمن ــ وربما تتحول الى مواد غير قابلة للذوبان ــ فانه يجب ازالة ما قد يستجد من بقع بمجرد حدوثها ·· على أن ازالة البقع من الأوراق القديمة تتطلب صبرا طويلا وخبرة كبيرة وحرصا بالغا وخاصة اذا كانت الأوراق مزينة بالألوان والنقوش ·· ويتوقف نجاح عملية ازالة البقع على كيفية استخدام المحاليل الكيميائية · اذ أن استخدامها بقدر أكثر من اللازم يؤدى الى إنتشار هذه البقع فى الأماكن المجاورة لها ، ولذلك يجب أن تفرد الأوراق المراد ازالة ما بها من بقع على ألواح من الزجاج مغطاة بورق من النشاف وتوضع المحاليل الكيميائية المستخدمة فى ازالة البقع فى سحاحات حتى يمكن استخدامها نقطة بنقطة تلافيا لانتشار البقع ·

وبصفة عامة يجب أن تراعى الاعتبارات الآتية :

١ ــ عدم استخدام محاليل الأحماض القوية ــ وهى بالتحديد أحماض الهيدروكلوريك والكبريتيك والنيتريك ــ فى ازالة البقع موضعيا أو محليا من أى نوع من أنواع الورق ·

٢ ــ عدم استخدام محاليل مركزة من المواد القلوية القوية فى ازالة البقع موضعيا من أى نوع من أنواع الورق ·

٣ ــ ضرورة ازالة آثار المواد الكيميائية المستخدمة فى ازالة البقع وذلك بغمر الأوراق المعالجة فى ماء جار لمدة عشرين دقيقة على الأقل ·

وفيما يلى نقـدم للقارىء حصرا اجماليا لأنواع البقع الشائع تبقع الأوراق بها والمواد الكيميائية التى يمكن استخدامها فى كل حالة :

بقع الشموع :

يزال الجزء المتراكم على سطح الورق باستخدام مشرط أو سكين أو أية أداة أخرى مناسبة ، أما الجزء الذى تشربه الورق فيزال بالبنزين. على أن يوضع تحت موضع البقعة قطعة من ورق النشاف لامتصاص البنزين حتى لا ينتشر الشمع فى الأماكن المجاورة ٠

وتوجد طريقة أخرى توضع فيها الأوراق المراد ازالة ما بها من بقع شمعية بين فرخـين من ورق النشاف ثم تسخن الأماكن المبقعة بمكواه كهربية محماة لدرجة الحرارة المناسبة ، فينصهر الشمع ويتشربه ورق النشاف ٠

بقع الزيوت والدهون والقطران :

ويستخدم لازالة هذه البقع المواد الآتيـــة :

١ ـ ثلاثى كلوريد الاثيلين ٠

٢ ـ ثنائى كلوريد الاثيلين ٠

٣ ـ المورفولين ٠

٤ ـ البيريدين النقى ٠

ويفضل وضع الجزء الملوث بهذه البقع بين ورقتين من النشاف أو وضع بعض من بودرة التلك فوق البقعة وذلك لمنع انتشارها فى الأماكن المجاورة أثناء ازالتها ٠

البقع الناتجة من افرازات الذباب وغيره من الحشرات :

يستخدم لازالة هذه البقع المواد الآتية :

١ ـ فوق اكسيد الهيدروجين (ماء الأكسيجين) ١٠ حجوم ٠٠ ويضاف اليه مثل حجمه كحول نقى أو أثير ٠

٢ ـ محلول من الكلورامين (ت) بنسبة ٢٪ مع الماء ٠

بقع الشاى والقهوة :

يستخدم لازالة هذه البقع المواد الآتية :

١ ـ محلول من فوق بورات البوتاسيوم بنسبة ٢٪ مع الماء ٠

وتعرض الأماكن المعالجة للشمس بعد ذلك لمدة ساعة ٠٠ ويتعين عند استخدام هذا المحلول غسل الأماكن المعالجة بالماء بعد انتهاء العمل أو عند ملاحظة أى نوع من أنواع التلف أثناء العمل ٠

٢ ـ فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسيجين) ١٠ حجوم ويضاف اليه مثل حجمه كحول نقى أو أثير ٠

بقع صدا الحديد :

يستخدم لازالة هذا النوع من البقع المواد الآتيـــة :

١ ـ محلول من حمض الأوكساليك درجة تركيزه ١ ٪ ٠

٢ ـ محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١ ٪ ٠

٣ ـ محلول مخفف من حمض الهيدروفلوريك ٠٠ وهذا الحمض مفيد جدا فى ازالة الصدأ ٠٠ وفى حالة استخدامه يجب وضع الأوراق فوق لوح من الخشب أو البلاستك حيث أنه يذيب الزجاج ٠

بقع الأحبار والمواد الصابغة :

نظرا للاختلاف الكبير فى التركيب الكيميائى للأحبار والمواد الصابغة فانه من الضرورى التعرف على نوعية المادة المسببة للبقع قبل البدء فى عملية ازالتها حتى يمكن تلافى الأضرار التى قد تحدث للأوراق المعالجة نتيجة لاستخدام المواد الكيميائية غير المناسبة ٠

وفيما يلى سوف نتنـاول الطرق التى يمكن بواسطتها التعرف على النوعيـــات المختلفة من الأحبـار والمواد الصـابغة الشائع تبقع الكتب والمخطوطات والوثائق بها والطرق والمواد المستخدمة لازالتها ٠

(أ) طرق التعرف على الأحبار والمواد الصابغة :

الأسلوب الوحيد المناسب للتعرف على الأحبار والمواد الصابغة التى تتسبب فى تبقع اوراق الكتب والمخطوطات والوثائق هو ذلك الأسلوب الذى يتضمن التفاعلات التى تجرى فى نطاق مساحة البقعة ، وهو الأسلوب الذى يطلق عليه اسم التحليل الموضعى أو المحلى (Spot analysis)

وتجرى عملية التحليل الموضعى باستخدام أنابيب شعرية دقيقة تؤخذ بواسطتها المحاليل الكيميائية الكاشفة وتوضع فوق البقعة المراد التعرف على نوعية المادة المسببة لها وبحيث لا تغطى مساحة أكبر من مساحة البقعة .. وتراقب التفاعلات الكيميائية بين المحاليل الكاشفة وبين المواد المسببة للبقع بواسطة عدسة مكبرة .

وبالاضافة الى أسلوب التحليل الموضعى فانه يمكن التعرف على نوعية الأحبار والمواد الصابغة المسببة للبقع عن طريق التحليل بالأسلوب الذى يطلق عليه اسم الوهج الضوئى (Luminescence analysis)

ويستخدم فى عملية تهييج الأحبار والمواد الصابغة الأخرى لمبات خاصة من النوع المعروف باسم (Mercury-Quartz Lamp PRK-4) وهى مزودة بمرشح خاص يسمح فقط بالمرور للأشعة فوق البنفسجية.. وتجرى عملية التحليل فى غرفة مظلمة تماما .

وقد قام مركز الصيانة والترميم الملحق بمكتبة لييننجراد بالاتحاد السوفيتى بدراسة قيمة للتعرف على الأحبار والمواد الصابغة التى يشاع تبقع أوراق الكتب والوثائق والمخطوطات بها ، يهمنى أن أضعها بين يدى القارىء لأهميتها الفائقة ، وذلك على النحو التالى :

	الحبر او المادة الصابغة	لون بقعة الحبر أو الصبغة على الورق	حمض الكبريتيك ٢٪	حمض الهيدروكلوريك ١٠٪	محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠٪
١ ـ	نجروسين قابل للذوبان فى الماء	أسود	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون أكثر بهتانا
٢ ـ	اسود حمضى	اسود مائل الى الزرقة	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون اكثر بهتانا
٣ ـ	ميثيلين ازرق	ازرق	ازرق فاتح	ازرق فاتح	لا يتغير
٤ ـ	بنفسجى قاعدى	بنفسجى ناصع	تغير لحظى الى الأصفر ثم الى الأخضر واخيرا الى الأصفر	يصير اللون اكثر بهتانا او يتحول الى الأزرق	لا يتغير
٥ ـ	اخضر حمضى	اخضر باهت	يتغير ببطء وبالتدريج الى الأصفر .	يتحول أولا الى اللون الرمادى ثم الى الأخضر الباهت	يضيع اللون
٦ ـ	اخضر قاعدى لامع	اخضر لامع	تغير لحظى الى اللون الأصفر ثم الى البرتقالى	يتغير الى اللون الأصفر .	يصير اللون فاتا واكثر بهتانا
٧ ـ	احمر حمضى لامع	احمر لامع	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون اكثر بهتانا او ينطمس
٨ ـ	احمر حمضى من نوع	احمر	يتغير تدريجيا وببطء الى اللون الأصفر	يصير اللون اكثر غمقانا ومائلا الى الزرقة	لا يتغير
٩ ـ	الايوسين	احمر	يتغير تدريجيا الى اللون الأصفر اللامع	يتغير الى اللون الأصفر	يصير اللون اكثر بهتانا

محلول ديدروكسيد الأمونيــوم	ملول كلوريد النصديروز ٤٪ + حمض الهيدروكلوريك بنسبة ١ : ١	محلول حمض الأوكساليك ٥٪ ٠	محلول هيدرو ـ كبريتيت الصوديوم ٥٪	محلول هيبوكلوريت الكالسيوم ٢٪
يصير اللون اكثر بهتانا	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون اكثر بهتانا	يزول اللون او يترك آثارا صفراء باهته
لا يتغير	يتول الى اللون القرمزى	لا يتغير وربما يصير اللون أكثر بهتانا	يتغير الى اللون القرمزى	يزول اللون او يتغير الى القرمزى الباهت
——	يزول اللون (بالاختزال)	يصير اللون أكثر بهتانا	يزول اللون لحظيا و (بالاختزال)	يصير اللون اقل وضوحا
لا يتغير	يتغير الى اللون التركوازى	يتغير الى اللون الأزرق	لا يتغير	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة
يزول اللون لحظيا	يتحول الى اللون الأصفر المائل الى الأخضر (بالاختزال)	لا يتغير	يزول اللون	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفه
لا يتغير	يتغير تدريجا الى اللون الأصفر الفاتح	يصير اللون باهتا وربما يتحول الى اللون التركوازى المتسخ	يصير اللون اكثر بهتانا	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفه
يزول اللون او ينطمس	يزول اللون	يصير اللون اكثر بهتانا	يزول اللون او يبهت	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفه
	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة	لا يتغير	يتحول الى لون قرمزى باهت او يبهت	يصير اللون اكثر بهتانا
يبهت اللون او ينطمس	يميل الى الاصفرار	يبهت او يميل الى الاصفرار	——	يبهت أو يزول اذا كان رطبا

جدول يوضح التغيرات التى تحدث فى ألوان الأحبــار والمواد الصــابغة الشــائع تبقع أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بها عند معالجتها بالمحاليل الكيمائية الكاشفة من أحماض وقلويات ومواد مؤكسدة ومــواد مختزلــة ٠

	الأحبار والمواد الصابغة	المحاليل الكيميائية الكاشفة	التغير الذي يحدث في لون المواد الصابغة ٠
	الأحبار والمواد الصابغة الزرقاء والبنفسجية		
١ ـ	المثيلين الأزرق Methylene blue	محلول من كلوريد القصديروز المضاف اليه حمض الهيدرو ـ كلوريك ٠	يزول اللون ثم يعود اللون الأزرق ثانية بالتدريج ٠
٢ ـ	البنفسجي القاعدي Basic violet	محلول من كلوريد القصديروز المضاف اليه حمض الهيدرو ـ كلوريك ٠	يتحول الى اللون التركوازي ثم يعود اللون الأصلي بالتدريج
	الأحبار والمواد الصابغة السوداء		
١ ـ	النجروسين القابل للذوبان Nigrosine, Water Soluble	محلول من كلوريد القصديروز المضاف اليه حمض الهيدرو ـ كلوريك ٠	لا يتغير
٢ ـ	الأسود الحمضي Acid Black	محلول من كلوريد القصديروز المضاف اليه حمض الهيدرو ـ كلوريك ٠	يتغير الى اللون القرمزي ثم الى اللون الأصفر ٠
	الأحبار والمواد الصابغة الخضراء		
١ ـ	الأخضر الحمضي Acid Green	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ ٠	يتغير الى اللون الرمادي يعود اللون الأخضر بالتدريج
٢ ـ	الأخضر القاعدي اللامع Basic bright green	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ ٠	يتغير الى اللون الأصفر
	الأحبار والمواد الصابغة الحمراء		لا يتغير
١ ـ	الأحمر الحمضي اللامع Acid bright red	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ ٠	
٢ ـ	احمر حمضي من نوع 2 G Acid red 2 G	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ ٠	يتغير الى اللون الأحمر الغامق الذي يحتوي على ظلال زرقاء
٣ ـ	الايوسين Eosin	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ ٠	يتغير الى اللون الأصفر ٠

جدول يوضح كيفية التعرف على الأحبار والمواد الصابغة الشائع تبقع أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بها والمحاليل الكميائية الكاشفة المستخدمة ، وذلك باتباع أسلوب التحليل الموضعي ٠

الأخبار والمواد الصابغة	الوهج الضوئى الناتج عن تهييج ذرات الأحبار والمواد الصابغة دون المعالجة بالمحاليل الكيميائية .	المحاليل الكيميائية — الوهج الضوئى الناتج عن تهييج ذرات الأحباروالمواد الصابغة بعد معالجتها بالمحاليل الكيميائية: محلول من حمض الليمونيك درجة تركيزه ١٥٪ .	محلول من حمض الليمونيك درجة تركيزه ١٥٪ مضاف اليه محلول مركز من البوراكس بنسبة ٤ : ١	محلول كحول من البيتانافثول درجة تركيزه ١٠٪ .
١ – النجروسين القابل للذوبان فى الماء	—	—	حواف البقعة تتحول الى اللون الأزرق الفاتح .	—
٢ – الأسود الحمضى	—	—	حواف البقعة تتحول الى اللون الأزرق الفاتح .	—
٣ – الميثيلين الأزرق	—	ومبيض أزرق اللون	هالة زرقاء .	—
٤ – البنفسجى القاعدى	—	هالة قرمزية براقة	هالة قرمزية صفراء براقة .	هالة قرمزية براقة
٥ – الأخضر الحمضى	—	هالة قرمزية باهتة براقة	—	—
٦ – الأخضر القاعدى الفاتح	—		هالة ذات لون أزرق فاتح .	—
٧ – الأحمر الحمضى اللامع	احمر نبيذى	—	هالة ذات لون احمر نبيذى او قرمزى باهت حول حواف البقعة	وهج احمر باهت او نبيذى
٨ – الاحمر الحمضى من نوع 2 G	يبدو اكثر غمقانا	بريق خافت ذو لون احمر قرمزى .	—	هالة ذات لون بنفسجى مائل الى القرمزى .
٩ – الايوسين	وهج اصفر فاتح	— توهج برتقالى اللون	توهج برتقالى او هالة زرقاء براقة .	توهج برتقالى او هالة ذات لون بنفسجى مائل الى القرمزى .

جدول يوضح كيفية التعرف على الأحبار والمواد الصابغة باسلوب الوهج الضوئى الناتج عن تهييج ذرات الأحبار والمواد الصابغة بواسطة الأشعة فوق البنفسجية .

(ب) طرق ازالة بقع الأحبار والمواد الصابغة :

تزال بقع الأخبار والمواد الصابغة باتباع طريقتين هما :

الطريقة الأولى :

وفى هذه الطريقة تستخدم المواد الكيميائية القاصرة للألوان بنوعيها المؤكسد والمختزل ٠٠ وهى تعتمد اما على تكسير جزيئات الأحبار والمواد الصابغة واما على تحويلها الى صورة عديمة اللون ٠

ويراعى اختيار المادة القاصرة للون التى لا يترتب على استخدامها احداث تلف للأوراق المعالجة بها ٠

وسوف نتناول عملية قصر الألوان بالتفصيل عند الحديث عن عمليات تبييض وتنقية الورق ٠

الطريقة الثانية :

وتعتمد هذه الطريقة على اذابة واستخراج الأحبار والمواد الصابغة من الورق باستخدام المذيبات المناسبة مثل الكحول الاثيلى والنوشادر ومحلول حمض الأوكساليك ومحلول حمض الليمونيك ٠٠٠٠٠ الخ ٠

ويراعى فى هذه الطريقة اتخاذ الاحتياطات الواجبة لعدم انتشار المواد المسببة للبقع فى المناطق المجاورة للبقعة التى تجرى ازالتها ٠

وعلى أية حال فقد يوجد من الأفضل الجمع بين هاتين الطريقتين ٠

وفيما يلى سوف نورد بعض الطرق التى استخدمت بنجاح فى هذا الصدد وهى :

ازالة بقع الحبر الحديثة :

ويجرى العمل باتباع الخطوات الآتية :

١ ــ تفرد الأوراق المراد علاجها فوق ألواح من الزجاج على أن يوضع تحتها مباشرة أفرخ من ورق النشاف لتشرب الكميات الزائدة من المحاليل الكيميائية المستخدمة لازالة البقع وتمنع بذلك انتشارها فى المناطق المجاورة للبقع التى تجرى ازالتها ٠

٢ ــ توضع فوق البقعة المراد ازالتها نقطة من محلول برمنجنات البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ باستخدام أنبوبة شعرية من الزجاج ٠

٣ ـ بعـد مرور ثلاثة دقائق على الأكثر تجفف البقع باستخدام أوراق النشـاف ثم يوضـع فوق البقع على الفور نقطـة من محـلول هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ٥ ٪ ٠ ويجب أن تتكرر هذه العملية حتى يزول لون أكسيد المنجنيز البنى ٠

٤ ـ بعد الانتهاء من ازالة البقع تغسل الأماكن المعالجة بالماء أولا ثم بالماء المضاف اليه قليل من النوشادر ـ بواقع ٥ر٠ ملليلترا من النوشادر تضاف الى كل مائة ملليلترا من الماء ، ثم بالماء مرة أخرى ٠

ازالة بقع حبر الأختام وبقع الأحبار القديمة :

١ ـ تبلل البقع بمحلول من برمنجنات البوتاسيوم درجة تركيزه ٥ر٠٪ وبمحلول من حمض الفوسفوريك درجة تركيزه ٤ر٠ ٪ ٠ وبعـد مرور وقت يتراوح بين ٥ و ٢٠ دقيقة حسب الحالة تجفف البقع باستخدام ورق نشاف ٠

٢ ـ تعالج البقع بعد ذلك بمحلول من هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ٥٪ وتستـمر المعـالجة حتى يزول تمـاما لون برمنجنات البوتاسيوم أو حتى يختفى لون أكسيد المنجنيز البنى ٠

٣ ـ تتكرر عملية معالجة البقع ـ اذا لزم الأمر ـ حتى تزول نهائيا ؛

وفى حالة الأوراق المصـنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون والتى تظل بها بعد الانتهاء من المعالجة السابق الاشارة اليها بقع صفراء اللون يجب أن تستمر المعالجة على النحو التالى :

١ ـ بعـد غسل الأماكن المعالجة بالماء تبلل البقع بنقطـة من محلول برمنجنات البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقتين على الأكثر ٠

٢ ـ تعالج البقع بعد تجفيفها بورق من النشاف بمحلول هيدروكبريتيت الصوديوم درجـة تركيزه ٥٪ ٠ ويسـتمر ذلك حتى يختفى لون أكسيد المنجنيز البنى ٠

٣ ـ تغسل الأماكن المعالجة جيدا بالماء ثم بالماء المضاف اليه النوشادر ثم بالماء مرة أخرى ويمكن الكشف عن كفاءة عملية الغسيل باستخدام ورقة عباد شمس زرقاء ، وعدم تحولها الى اللون الأحمر يدل على التخلص نهائيا من آثار المواد الكيميائية المستخدمة فى العلاج ٠

خامسا ـ التبييض والتنقية

عنـدما يتعرض الورق وبخاصة النوع المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون (ground wood paper) الى تأثير أشعة الشمس وخاصة الأشعة فوق البنفسجية أو الى درجـة حرارة عالية أو للشوائب الغازية الموجودة فى الجو ، فان لونه يتغير الى اللون البنى أو الأحمر المائلين الى الصفرة ٠٠ أو ربما يؤدى ذلك الى تكون أجسام بنية اللون تظهر على أسطح الورق فى هيئة بقع ، وذلك نتيجة لبعض التغيرات الكيميائية التى تطرأ على مكونات الورق غير السليولوزية ، وعلى وجه الخصوص اللجنين ٠

وفى هذه الحالة فانه يتحتم معالجة الورق باجراء ما يعرف بعمليات التبييض لاعادة لونه الى ما كان عليه ، أو ربما يحتاج الأمر الى تنقيته من اللجنين ، وهو الذى يؤدى الى تكون المركبات البنية اللون التى تسبب تبقعه . كما هو الحال فى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون ٠

التبييض Bleaching

تتم عمليات التبييض باستخدام مواد كيميائية مؤكسدة كهيبوكلوريت الصوديوم أو الكلورامين (ت) أو غاز ثانى اكسيد الكلورين أو كلوريت الصوديوم أو فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الاكسيجين) أو برمنجنات البوتاسيوم ، حيث تتحـول المركبات التى تسببت فى تغير لون الورق أو تبقعه بالأكسدة الى مركبات أبسط يمكن ازالتها بالغسيل ٠٠ وأيضا باستخدام مواد كيميائية مختزلة مثل هيدروكبريتيت الصـــوديوم حيث تتحول هذه المركبات بالاختزال الى مركبات لا لون لها ٠

ويجب ألا يغيب عن أذهاننا أن استعمال أى من هذه المواد سوف ينتج عنه أضرار كثيرة اذا لم تراع النسب المقررة عند استخدامها أو عند الاهمال فى اتباع طرق العمل الصحيحة ٠

التبييض باستخدام المواد المؤكسدة

هيبوكلوريت الصوديوم :

تتم عملية التبييض بتأثير غاز الكلور الذى يتولد من هيبوكلوريت الصوديوم ٠٠ وتجرى عملية التبييض طبقا للطريقة التى يراها هارولد بلندرليث على النحو الآتى :

(أ) تندى الأوراق المراد تبييضها بالماء وذلك بعد التأكد من عدم تأثر الأحبار المستخدمة فى الكتابة أثناء عملية التبييض ٠

(ب) تنقل الأوراق بعد ذلك الى حوض به محلول التبييض الذى يحضر باضافة جزء من محلول هيبوكلوريت الصوديوم ١٠ ٪ الى عشرين جزءا من الماء ، وتظل به تحت الملاحظة الدائمة إلى أن تكتسب الأوراق درجة كافية من البياض أو لحين تلاشى ما بها من بقع .

(جـ) تنقل الأوراق بعد أن تتم عملية التبييض الى حوض به ماء جار لازالة ما بها من آثار هيبوكلوريت الصوديوم .

(د) بعد مرور حوالى خمس عشرة دقيقة تنقل الأوراق الى حوض به محلول من ثيو سلفات الصوديوم (الهيبو) درجة تركيزه ٢٪ ، وذلك لتخليص الورق من آثار غاز الكلور .

(هـ) تنقل الأوراق فى النهاية الى حوض به ماء جار لمدة خمس عشرة دقيقة لازالة آثار الهيبو .

هذا وقد أشار بلندرليث بمراعاة الاحتياطات الآتيـــة :

١ ــ حيث أن المحاليل القلوية ومنها محلول هيبوكلوريت الصوديوم تؤثر على قوة الورق ، فيلزم وجـود حوض به ماء مضـاف اليه حمض الهيدروكلوريك بمقدار ٣ سـم٣ لكل أربعة لترات ماء تنقل اليه الأوراق من وقت لآخر أثناء عملية التبييض .

٢ ــ فى حالة الأوراق المكتوبة بأحبـــار تتأثر بمحاليل التبييض يجب تثبيت الكتابة أولا وقبل البدء فى عملية التبييض .. ويمكن اتباع الطرق الســابق ذكرها عنـد الحديث عن كيفية تثبيت النقوش والكتابات .

ومن ناحيــة أخرى يفضــل الأستاذ/ شنلدون كيك اضافة حمض الهيدروكلوريك بنسبة ٥ر٠ ٪ الى محلول هيبوكلوريت الصوديوم لتلافى ما يمكن أن يصيب الورق من ضعف أثناء عملية التبييض .

الكلورامين (ت) :

استخدم الكلورامين (ت) فى عمليــــات تبييض أوراق الـكتب والمخطوطات والوثائق منذ عام ١٩٣٧ .. ويرى هارولد بلندرليث الذى كان أول من استخدمه لهذا الغرض أن الكلورامين (ت) يختص بميزة أساسية وهى أن استخدامه لا يتخلف عنه عناصر تضر بالورق مستقبلا ، مما لا يستدعى تكرار عمليات غسل الورق المعالج كما هو الحال عنـد استخدام هيبوكلوريت الصوديوم .. وهذه الخاصية تجعل من الكلورامين (ت) فى رأى بلندرليث أنسب المواد لتبييض الأوراق التى تحمل نقوشا

ملونة أو أحبارا تتأثر بكثرة الغسل بالماء ٠٠ ولهذا السبب فان الكلورامين (ت) هو أفضل المواد القاصرة للون لازالة ما بالورق من بقع موضعيا أو محليا حيث لا يكون من الضرورى غسل الأوراق المعالجة ، مما لا يعرض الأجزاء الخالية من البقع لتأثير الماء وخاصة فى حالة الألوان أو الأحبار التى تتأثر بالماء ٠

وعلى عكس ما يرى هارولد بلندرليث فان هارولد تريبوليت يرى أن الكلورامين (ت) يظل نشطا لمدة طويلة بعد استخدامه ، مما يستوجبه غسل الأوراق المعالجة به بالماء بعد اجراء عمليات التبييض ٠

وحتى لو صح رأى هارولد تريبوليت فانى أرى أن الكلورامين (ت) يظل أنسب المواد القاصرة للون فى حالة الأوراق التى تحمل نقوشا أو أحبارا تتأثر بالماء ، حيث أنه على أى حال لا يحتاج الى كثرة الغسيل بل يكفى مجرد غمر الأوراق المعالجة فى الماء ورفعها منه مباشرة ٠٠ وفى هذه الحالة فانه يجدر تثبيت الألوان أو الأحبار بمحلول الكلاتون (ج ب) الذائب فى الكحول الاثيلى المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ أو بأى مادة أخرى من المواد التى سبق ذكرها عند الحديث عن كيفية تثبيت النقوش والكتابات ٠

وينتج الكلورامين (ت) تجاريا على هيئة بودرة بيضاء تذوب فى الماء ، ويجب حفظها فى عبوات مغلقة لقابليتها للتحلل السريع ، ولذلك يجب تحضير المحلول قبل الاستعمال مباشرة ٠ وفى حالة استخدام الكلورامين (ت) لازالة البقع محليا أو موضعيا تتبع الطريقة الآتية :

١ ــ تنظف الأوراق المراد ازالة ما بها من بقع مما قد يكون عالقا بها من أتربة وأوساخ باستخدام فرشاة ناعمة وجافة ٠

٢ ــ توضع الأوراق على حوامل من ورق النشاف فوق ألواح من الزجاج ٠

٣ ــ يحضر محلول الكلورامين (ت) قبل الاستعمال مباشرة باذابة ٢ جم من الكلورامين (ت) فى ١٠٠ سم٣ من الماء ٠

٤ ــ تبلل البقع المراد ازالتها بمحلول الكلورامين (ت) بواسطة فرشاة رفيعة ، ثم يوضع فوقها ورقة من النشاء وتغطى بلوح من الزجاج ٠

٥ ــ تترك الأوراق على هذه الحالة مدة ساعة ثم يكشف عنها وتتكرر هذه العملية حتى تزول البقع تماما ٠

٦ ــ تغسل الأماكن التى عولجت بمحلول الكلورامين (ت) بفرشاة رفيعة مبللة بالماء على أن يوضع تحت الأوراق المعالجة عند الغسيل ورقة من

النشاف لامتصاص الماء ٠٠ وبعد ذلك تترك الأوراق حتى تجف ثم تكبس باستخدام المكبس اليدوى وذلك حتى يتم فردها ٠

وعند استخدام محلول الكلورامين (ت) للتبييض تتبع الطريقة الآتيـــة :

١ ـ تنظيف الأوراق المراد تبييضها مما يعلق بهـــا من أتربة وأوساخ باستخدام فرشاة ناعمة وجافة ٠

٢ ـ يحضر محلول الكلورامين (ت) قبل الاستعمال مباشرة باذابة ٢ جم من الكلورامين (ت) فى كل ١٠٠ سم٣ من ماء ساخن درجة حرارته ٦٠ درجة مئوية ٠

٣ ـ تغمر الأوراق فى محلول التبييض وتظل به حتى تكتسب درجـة البياض الكافية ٠٠ وفى هذه الحالة ولسرعة تحلل الكلورامين (ت) فقد يتطلب الأمر تغيير المحلول بمحلول جديد أثناء عملية التبييض ٠

٤ ـ تنقل الأوراق بعد تبييضها الى حوض به ماء ثم ترفع منه مباشرة وتنقل الى المكان المعد لتجفيفها ٠٠ وأخيرا تفرد بوضعها لمدة ٢٤ ساعة فى مكبس يدوى ٠

غاز ثانى أكسيد الكلورين :

فى عام ١٩٥١ عرض روزفورد جيتنز (Ruther ford Gettens) أمام الاجتماع السنوى لهيئة المتاحف الأمريكية الذى انعقد فى فيلاديلفيا تفاصيل طريقة جديدة لتبييض الأوراق المبقعة أو التى تغير لونها تعتمد على تأثير غاز ثانى أكسيد الكلورين الذى يمكن توليـده باضافة حمض الكبريتيك المخفف أو الفورمالدهيد الى محلول من كلوريت الصوديوم ٠

والطريقة كما وصفها جيتنز عبارة عن ثلاثة أساليب عمل مختلفة يجب أن تتم جميعها فى خزانة غازات لامكان تجنب رائحة الغاز الكريهة وتأثيره السام ٠

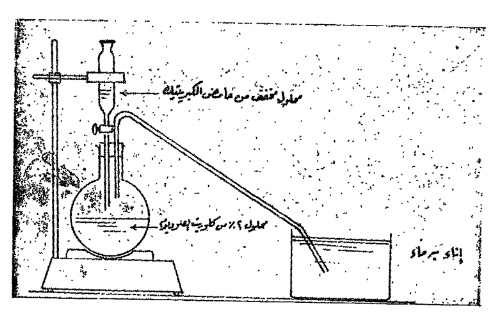
وطبقا للأسلوب الأول توضع الأوراق المراد تبييضها فى حمام يحتوى على كلوريت الصوديوم الذائب فى الماء والمضاف اليه الفورمالدهيد بواقع ٢ ٪ من الحجم الكلى للمحلول الى أن تتم ازالة ما بهـــا من بقع أو لحين اكتسابها اللون المناسب ، وأخيرا تغسل الأوراق المعالجة بالماء لمدة ١٥ دقيقة لازالة ما بها من آثار أملاح الصوديوم ٠

أما الأسلوب الثانى فيتبع فى الحالات التى يراد فيها اتمام عملية

التبييض فى أقل وقت ممكن وتتم عملية التبييض هذه بغمر الأوراق المراد علاجها فى حمام يحتوى على محلول مائى من غاز ثانى أكسيد الكلورين •

ويحضر محلول غاز ثانى أكسيد الكلورين بتمرير تيار ضعيف من الغاز الذى يتولد باضافة محلول مخفف جـدا من حمض الكبريتيك من خلال قمع فصل نقطة بنقطة الى محلول كلوريت الصوديوم الذائب فى الماء بنسبة ٢٪ بواسطة أنبوبة من الزجاج أو البولى اثيلين •

وترفع الأوراق بعد أن تتم عملية التبييض وتترك لتجف دون حاجة الى الغسيل بالماء بعد العلاج •



« رسم يوضح كيفية تحضير محلول غاز ثانى اكسيد الكلورين »

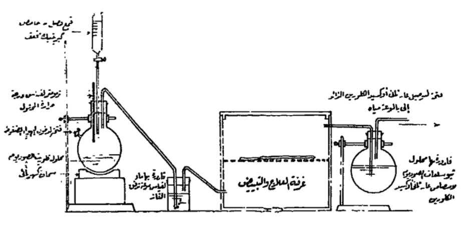
أما الأسلوب الثالث فيتبع فى حالة وجود أحبار أو نقوش لا تتحمل الغمر فى المحاليل المائية وفى هذه الحالة يمرر غاز ثانى أكسيد الكلورين الذى يتولد باضـافة حمض الكبريتيك المخفف الى محـلول من كلوريت الصوديوم فى غرفة خاصـة تعرف بغرفة التبييض توضع فيها الأوراق المراد علاجها وذلك بعد تنديتها بالماء •• وغرفة التبييض هذه هى جزء من جهاز صممه جيتنز لتبييض الأوراق بهذا الأسلوب •

والجهاز الذى صممه جيتنز عبارة عن قارورة مستديرة القاع لها فتحة جانبية يوضع بها محلول من كلوريت الصوديوم ويثبت عليها قمع فصل لاضافة حمض الكبريتيك المخفف نقطة بنقطة وكذلك ترمومتر لتثبيت درجة حرارة المحلول عند ٦٠ درجة مئوية ويخرج منها أنبوبة زجاجية الى

غرفة التبييض مارة فى دورق مغلق به ماء لقياس سرعة تدفق غاز ثانى أكسيد الكلورين ٠

وغرفة التبييض عبارة عن صندوق معدنى محكم الغلق مبطن بالبولى اثيلين بمقاس ١٥٠ × ١٠٠ × ٤٠ سم ارتفاع وغطاؤه مزود بلوح من الزجاج السميك يراقب من خلاله سير عملية التبييض ٠٠ ولهذا الصندوق فتحتـان يمر من احـداهما وهى بأسفل أحد جوانبه غاز ثانى أكسيد الكلورين ويمر من الأخرى وهى بأعلى الجانب المقابل الغاز الزائد عن سعة الصندوق الى قارورة بها محلول مخفف من ثيو سلفات الصـوديوم وله خاصية امتصاص غاز ثانى أكسيد الكلورين ٠ وزيادة فى الحيطة يخرج من القارورة التى تحتوى على محلول ثيـو سلفات الصوديوم أنبوبة من البولى اثيلين الى بالوعة ماء ٠

وقد استخدم جيتنز تيـارا ضعيفا من الهواء المضغوط لدفع ثانى أكسيد الكلورين الذى يتولد فى القارورة عند اضافة حمض الكبريتيك الى محلول كلوريت الصوديوم الى غرفة التبييض مستخدما لذلك الفتحة الجانبية الموجودة بالقارورة ٠



جهاز جيتنز للعلاج والتبييض باستخدام غاز ثانى أوكسيد الكلورين

« رسم يوضح الجهاز الذى صممه جتينز للتبيض بغاز ثانى اكسيد الكلودين »

والواقع أن الجهاز الذى صممه جيتنز للتبييض بغاز ثانى أكسيد الكلورين لم يلق الانتشار المنشود لا لعدم فاعلية الغاز بل لكثرة حوادث الانفجار التى صاحبت عمليـات التبييض باستخدام هـذا الجهاز وذلك لسببين : —

أولهما : قابلية الغاز ذاته للانفجار وخاصة عندما يتولد بكثافة ٠

ثانيهما : الكيفية التى يتم بها توليد هذا الغاز ٠

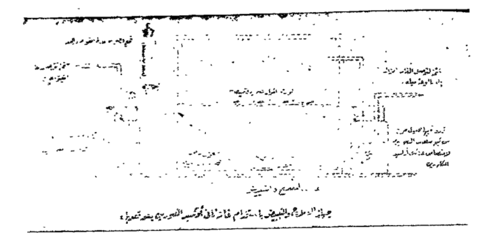
وفى محاولة لتحسين هـذا الجهـاز رأى الدكتور مارينجر أستاذ التكنولوجيا بأكاديمية الترميم بفينا عندما رأيت الاستعانة برأيه أن يستخدم لدفع غاز ثانى أكسيد الكلورين الى غرفة التبييض تيار من غاز النيتروجين بدلا من الهـواء المضغوط وذلك بغرض تلافى قابلية الغـاز للانفجار ، وذلك على أساس أنه يمكن اختزال قابلية غاز ثانى أكسيد الكلورين للانفجار عن طريق خلطه بنسبة ١٠٪ بغـاز آخر غـير قابل للاتحاد معه ٠

ولو أن ما أشار به الدكتور مارينجر قد أضاف عامل أمان عند تطبيق هذه الطريقة الا أنه بقيت مخاطر الانفجار المحتمل والتى يمكن أن تنشأ من الكيفية التى يتولد بها غاز ثانى أكسيد الكلورين ، خاصة عندما يتصدى للعمل بهذا الجهاز شخص ليست لديه الدراية الكافية بالكيمياء اذ يتعين عليه التحكم فى كمية غاز ثانى كسيد الكلورين وما ينشأ عنه من ضغط على الجدران الداخلية للقارورة وكذلك الضغط الناشى عن غاز النيتروجين ٠

ولما كنت مهتما بتطويع هذه الطريقة لكل العاملين فى هذا المجال اقتناعا منى بأهميتها وبما يمكن أن تسهم به رأيت أن تستخدم غـرفة التبييض كما لو كانت صندوقا للتبخير ٠٠ وفى هذه الحالة فان غاز ثانى أكسيد الكلورين يتولد داخل غرفة التبييض باضافة مادة الفورمالدهيد عن طريق قمع فصـل يثبت بأحد جـوانب الغـرفة الى محلول كلوريت الصوديوم الذى يوضع فى حوض من الزجاج داخل غـرفة التبييض ٠٠ وفى هذه الحالة زودت غرفة التبييض بشبكة متحركة من البولى اثيلين أو النايلون ثبتها بالجوانب الداخلية لغرفة التبييض على ارتفاع يسمح بوضع الحوض الزجاجى ٠

والحقيقة أن الجهاز بعد أن أدخلت عليه هذه التعديلات وبعد أن أمكن السيطرة على كل الأسباب التى يمكن أن تؤدى الى حدوث انفجار قد أصبح أداة فعالة فى يد كل المهتمين بعلاج أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق خاصة وأنه لم يثبت حتى الآن أن غاز ثانى أكسيد الكلورين له تأثير ضار على مادة الورق ٠

وتتلخص طريقة العمل بعد ادخال التعديلات على جهاز التبييض بغاز ثانى أكسيد الكلورين فى الخطوات الآتيـــة :



« رسم يوضح جهاز التبييض باستخدام غاز ثانى اكسيد الكلورين »
بعد التعديلات التى ادخلتها عليه

١ ـ تذاب ٤ جم من كلوريت الصوديوم فى ٥٠٠ سم٣ من الماء بعد تسخينه الى درجة حرارة ٧٠ درجة مئوية ، ثم ينقل المحلول بعد تحضيره الى الحوض الزجاجى الموجود داخل غرفة التبييض .. ويمكن زيادة كمية كلوريت الصوديوم حسب كمية الأوراق المراد علاجها وحالتها .

٢ ـ يحضر محلول ثيو سلفات الصوديوم باذابة ٢٠ جم من ثيو سلفات الصوديوم فى لتر من الماء ثم يوضع فى القارورة الخاصة به .

٣ ـ تندى الأوراق المراد علاجها بالماء ثم توضع على شبكة البولى اثيلين المثبتة داخل غرفة التبييض .

٤ ـ تغلق غرفة التبييض باحكام ثم يمرر تيار ضعيف من غاز النيتروجين لمدة تكفى لطرد كل الهواء الموجود داخل غرفة التبييض .

٥ ـ تقفل أسطوانة غاز النيتروجين ثم يضاف ٦٠ سم٣ من الفورمالدهيد الى محلول كلوريت الصوديوم عن طريق قمع الفصل المثبت بغرفة التبييض .

٦ ـ يراقب سير عملية التبييض من خلال غطاء غرفة التبييض الزجاجى، وعند انتهائها يمرر تيار من غاز النيتروجين لطرد غاز ثانى أكسيد الكلورين المتبقى داخل غرفة التبييض ثم تفتح الغرفة وترفع الأوراق المعالجة وتنقل الى المكان المعد لتجفيفها .

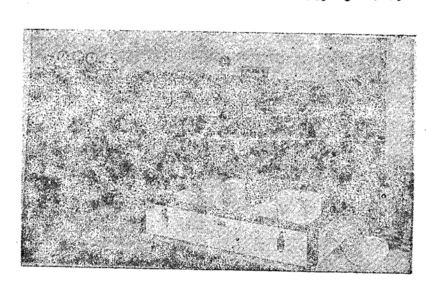
ولقابلية غاز ثانى أكسيد الكلورين للانتشار فقد استحدثت أسلوب عمل جـديد ذا تطبيق اقتصـادى ، حيث أمكن عـلاج وتبييض الكتب والمخطوطات دون حاجة الى فكها ومعالجتها ورقة ورقة ، وهو الأسلوب الذى كان متبعا من قبل ، مما أدى الى توفير وقت وجهة كبيرين ٠٠ وذلك باتباع الطريقة الآتيـة :

١ ـ تفتح الكتب على هيئة مروحة ، وذلك بوضع شرائط من ورق مقوى بين صفحاتها (انظر الصورة) ٠

٢ ـ تندى أوراق الكتب برذاذ من الماء أو بتعريضها لبخاره ٠

٣ ـ توضع الكتب بعد ذلك فى غرفة التبييض ويمرر غاز ثنى أكسيد الكلورين بالطريقة السابق شرحها ٠

٤ ـ بعد الانتهاء من عملية العلاج والتبييض تترك الكتب لتجف ثم تفرد أوراقها عن طريق وضعها فى مكبس يدوى ٠



« صورة توضح كيفية علاج وتبييض الكتب دون فكها »

ومن ناحية أخرى فقد أثبتت كثير من التجارب التى أجريتها أن غاز ثانى أكسيد االكلورين ذات فاعليـة كبـيرة فى علاج وتبييض نقـوش الأكواريل (الألوان المائيـة) والجواش والبـاستيل اذا كانت حواملها مصنعوة من الورق المقـوى ، حيث أن التغيرات الكيميائية التى تحـدث للورق تتسبب فى معظم الحـالات فى تغير درجـة عمق الألوان ورونقها وبهائها كما تتسبب فى تكوين بقع صفراء أو بنيـة اللون فى أرضيات

النقوش بفعل التغيرات الكيميائية التى تحدث فى مكونات الورق غير السليولوزية ·

كلوريت الصوديوم :

يستخدم محلول مخفف من كلوريت الصوديوم لتبييض أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق وذلك على النحو التالى :

١ ـ تنظف الأوراق المراد علاجها مما قد يكون عالقا بها من أتربة وأوساخ وذلك بوضعها فى حوض به ماء مع مداومة هز الحوض من آن لآخر ·· وفى حالة الأوساخ الثابتة تستخدم فرشاة ناعمة فى عملية التنظيف ·

ومن الضرورى مراعاة أن تكون مواد الكتابة أو النقوش فى هذه الحالة لا تتأثر بالماء ·· وفى حالة تأثرها بالماء يجب تثبيت الكتابات أولا باحدى الطرق والمواد السابق الاشارة اليها عند الحديث عن طرق تثبيت النقوش والكتابات ·

٢ ـ توضع الأوراق بعد تنظيفها فى حوض به محلول كلوريت الصوديوم الى أن تتم عملية التبييض · ويحضر محلول كلوريت الصوديوم باذابة ٥ جم من كلوريت الصوديوم فى كل لتر من الماء ·· وتكون درجة تركيز محلول كلوريت الصوديوم فى هذه الحالة هى ٥ر٠ ٪ ·

٣ ـ بعد اتمام عملية التبييض تنقل الأوراق الى حوض به ماء جار لمدة تكفى لازالة آثار كلوريت الصوديوم تماما ·

٤ ـ ترفع الأوراق من الماء ثم تنقل الى المكان المعد لتجفيفها ·

٥ ـ بعد الجفاف تفرد الأوراق بوضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة ٢٤ ساعة ·

ويراعى أن ترفع الأوراق من الماء أو من محلول كلوريت الصوديوم باستخدام حوامل من الورق المقوى وبالطريقة التى سبق الاشارة اليها عند استخدام هيبو كلوريت الصوديوم ·

فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسيجين) :

أثبتت الدراسات التى قامت بها شركة ديبونت أن استخدام فوق أكسيد الهيدروجين فى عملية تبييض الورق يؤدى الى زيادة كبيرة فى درجة تفتح اللون دون أية أضرار جانبية ، اذ لا يؤدى استخدامه الى تغيير

فى خواص الورق الطبيعية أو الكيميائية كما لا يؤثر على قوته أو وزنه أثناء عملية التبييض ٠

ولو أن الكثير عن طبيعة التفاعل الكيميائى الذى يجرى أثناء عملية التبييض لا يزال غير معروف الا أنه يسود الاعتقاد أن أيون ثانى أكسيد الهيدروجين السالب (يد أ ٢) الذى يتكون عندما يتعادل أيون الهيدروجين باضافة مادة قلوية هو عامل التبييض النشط (انظر المعادلة الكيميائية) ٠

يد ٢ أ ٢ ←——— يد + + يد أ ٢

ولتلافى تحلل فوق أكسيد الهيدروجين الى غاز الأكسيجين والماء وخاصة فى وجود عناصر معدنية مثل الحديد والنحاس والمنجنيز ، وهى شوائب معدنية توجد عادة فى الورق ، أو أنواع معينة من الانزيمات فانه يجب اضافة مواد مثبتة مثل سليكات الصوديوم أو كبريتات الماغنسيوم الى محلول فوق أكسيد الهيدروجين عند اجراء عملية التبييض ٠

طريقة العمل :

١ ـ يحضر محلول التبييض باضافة ٥٠ سم٣ من محلول فوق أكسيد الهيدروجين ٣٠ ٪ الى كل لتر من الماء ٠

٢ ـ يضاف الى محلول التبييض جرام واحد من بيكربونات الصوديوم وكذلك جرام واحد من كبريتات الماغنسيوم لكل ٢ لتر من المحلول٠

٣ ـ تغسل الأوراق المراد تبييضها مما قد يكون عالقا بها من أتربة وأوساخ بوضعها فى حوض به ماء مع مداومة هز الحوض من آن لآخر مع مراعاة ألا تكون مواد الكتابة أو النقوش من النوع الذى يتأثر بالماء ٠٠ وفى حالة تأثرها بالماء يجب تثبيتها أولا باحدى الطرق والمواد السابق الاشارة اليها عند الحديث عن طرق تثبيت النقوش والكتابات ٠

٤ ـ تنقل الأوراق بعد ذلك الى محلول التبييض وتبقى به الى أن تكتسب درجة البياض المرغوبة ٠

٥ ـ تنقل الأوراق الى حوض به ماء جار لمدة ١٥ دقيقة لازالة آثار محلول التبييض ٠

٦ ـ ترفع الأوراق بالطريقة التى ذكرت عند استخدام هيبو كلوريت الصوديوم وتنقل الى المكان المعد لتجفيفها ٠

٧ ـ تفرد الأوراق بعد الجفاف بوضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة ٢٤ ساعة ٠

برمنجنات البوتاسيوم :

تعتبر برمنجنات البوتاسيوم من أهم العوامل المؤكسدة القاصرة للألوان التى استخدمت بكثرة فى عمليات تبييض أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ، ولذلك فقد درست تطبيقاتها فى هذا المجال دراسة وافية ٠

ومن المعروف جيدا أن فاعلية برمنجنات البوتاسيوم كعامل مؤكسد تزداد زيادة كبيرة فى الأوساط الحمضية ٠٠ ولما كان سليولوز الورق يتعرض للتحلل المائى بفعل الأحماض ، فلقد كان من الضرورى اختيار أقل الأحماض اتلافا للورق أثناء عمليات التبييض التى تجرى باستخدام برمنجنات البوتاسيوم ٠

وطبقا للدراسة التى قام بها كل من ستودينجر وسوركين (Staudinger and Sorkin) للوقوف على مدى تأثير الأحماض المختلفة على عملية التحلل المائى لسليولوز الورق ، فقد ثبت أن حمض النيتريك وحمض الكبريتيك هما أكثر الأحماض تأثيرا وأن تأثير حمض الكبريتيك يبلغ أكثر قليلا من نصف تأثير حمض الهيدروكلوريك ٠٠ ومن ناحية أخرى فقد أثبتت هذه الدراسة أن حمض الفوسفوريك ـ وخاصة الأرثوفوسفوريك ـ يتميز دون غيره من الأحماض المعدنية بأنه ذات تأثير بطىء فى عملية التحلل المائى لسليولوز الورق وبأنه ليست له تأثيرات أو تفاعلات جانبية مع برمنجنات البوتاسيوم ، كما أنه يزيد من فاعلية برمنجنات البوتاسيوم كعامل مؤكسد فضلا عن كونه يسهل نفاذ محلول برمنجنات ابوتاسيوم الى داخل الورق ، ومن ثم يزيد من فاعلية عملية التبييض ذاتها ٠

وقد وجد من التجارب الكثيرة التى أجريت فى هذا الصدد انه كلما زاد محتوى محلول برمنجنات البوتاسيوم من حمض الفوسفوريك كلما زادت فاعليته فى تبييض الورق وفى ازالة ما قد يوجد به من بقع لونية ٠

وعلى أية حال فقد ثبت بالتجربة أن فاعلية برمنجنات البوتاسيوم تزداد كثيرا عندما تكون نسبة حمض الفورسفوريك فى محلول برمنجنات البوتاسيوم من ٢ الى ٤ ٪ ٠

ويستخدم عادة فى عملية التبييض محلول من برمنجنات البوتاسيوم تتراوح نسبة تركيزه من ٣٣ر٠٪ الى ٥ر٠ ٪ حسب الحالة ٠

وقد قام كل من ستودينجر وسوركين بدراسة تأثير محلول برمنجنات البوتاسيوم المحتوى على حمض الفوسفوريك بنسبة تتراوح من ٥ر٠٪ الى

٥ ٪ على الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية لأنواع كثيرة من الورق وثبت لهما عدم حدوث نقص حاد فى الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للأوراق المعالجة ٠

(انظر الجـــدول)

وبالاضافة الى ذلك فقد قام كل من ستودينجر وسوركين بدراسـة تأثير حمض الخليك على عملية التبييض باستخدام برمنجنات البوتاسيوم ٠٠ ويستخلص من الدراسة التى قاما بها أن حمض الخليك يسرع كثيرا فى عملية التبييض وخاصـــة فى حالة البقع القديمة وان فاعلية برمنجنات البوتاسيوم تزداد كثيرا عندما يستخدم محلول عشر عيارى 0.1 N من حمض الخليك ٠٠ ويرى ستودينجر وسوركين عـدم اضافة حمض الخليك الى محلول برمنجنات البوتاسيوم مسبقا قبل الاستعمال بل يجب أن توضع الأوراق المراد تبييضها أولا فى محلول برمنجنات البوتاسيوم ثم يضاف اليها بعد ذلك المحلول العشر عيارى من حمض الخليك ٠

وفيما يختص بتأثير محلول برمنجنات البوتاسيوم المحتوى على حمض الخليك بالنسبة المشار اليها على الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للأنواع المختلفة من الورق ، فقد أثبت كل من ستودينجر وسوركين عدم حدوث نقص حاد في هذه الخواص من جراء استخدام هذه المحاليل ٠

(انظر الجـــدول)

وعلى أية حال فان التبييض وازالة البقع باســتخدام برمنجنـات البوتاسيوم فى الأوساط الحمضية ينتج عنه اصفرار فى لون الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون ، وبالاضافة الى ذلك فانه ينتج عن اختزال برمنجنات البوتاسيوم تكون أكاسيد المنجنيز ذات اللون البنى التى تتداخل فى ألياف الورق ٠٠ ولهذا السبب فانه يلزم معالجة الورق بعد اتمام عملية التبييض لتحويل أكاسيد المنجنيز والكمية الزائدة من برمنجنات البوتاسيوم الى مركبات عديمة اللون سـهلة الذوبان فى المـاء ٠٠ وقد كان يستخدم لهـذا الغرض حمض الأوكساليك ، غير أن ستودينجر وسوركين قد أثبتا أن حمض الأوكساليك يؤدى الى حدوث تحلل مائى لسليولوز الورق مما يؤدى الى اتلافه ٠

ونتيجة للدراسات التى قام بها كل من ستودينجر وسوركين فى هذا الخصـوص فقد أمكن التوصل الى ثلاثة طرق لمعالجة الأوراق التى جـرى تبييضها باستخدام محلول برمنجنات البوتاســيوم تتميز بأنهـا لا تحدث اصفرارا فى لون الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون فضـلا عن كونها لا تؤثر تأثيرا سـيئا على الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للأوراق المعالجة ٠٠ وهذه الطرق هى :

١ ـ معالجة الورق باستخدام ميتا بيكبريتيت البوتاسيوم :
(Potassium methabisulphite)

ويستخدم لهذا الغرض محلول من ميتا بيكبريتيت البوتاسيوم درجة تركيزه ٢ ٪ ·· وقد لوحظ أن تأثير هذا المحلول بطيء جدا غير أنه يحقق النتيجـة المرجوة دون تأثير على الخـواص الفيزيو ـ ميكانيكية للأوراق المعالجة ·

٢ ـ معالجة الورق باستخدام كبريتيت الصوديوم :

ويستخدم لهذا الغرض محلول من كبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ١ ٪ على أن يضاف اليه قليل جدا من حمض الليمونيك وقد ثبت أن معالجة الورق بهذه الطريقة لا تؤثر على الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للأوراق المعالجة ·

٣ ـ معالجة الورق باستخدام هيدروكبريتيت الصوديوم :

ويستخدم لهذا الغرض محلول من هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه تتراوح من ٢ ٪ الى ٥ ٪ ·· وتعد هذه الطريقة من أفضل الطرق لمعالجة الأوراق التى جرى تبييضها باستخدام برمنجنات البوتاسيوم ، وذلك على أساس أنه قد ثبت بالتجربة أنها لا تؤثر على الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للأوراق المعالجة حتى بعـد أن أجرى عليهـا عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق ·

وقد أجرى كل من ستودينجر وسوركين عملية اسراع صناعى فى القدم لعينات من ورق الطبـاعة المصنوع من لب الخشب المصحون بعـد معالجتها بمحلول برمنجنـات البوتاسيوم ثم بالطرق الثـلاثة السـابق الاشارة اليها ، وذلك بغرض الوقوف على التغيرات التى قد تحدث بمرور الزمن فى لون الأوراق المعالجة ·· وقد استمرت عملية الاسراع الصناعى فى القدم لمدة خمسة أيام عند درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية وفى جو رطوبته النسبية ٨٠ ٪ ·

ولعله من المفيد أن نورد للقارىء النتائج التى تحصلا عليهـا وهى تتضح من الجدول الآتى :

المعالجة	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق	بعد عمليات الاسراع الصناعى لمدة خمسة أيام عند ٨٠ درجة م ورطوبة نسبية مقدارها ٨٠٪ •	ملاحظات
عينة رقم (١)			
قبل المعالجة			
محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢٪ من حمض الأوكساليك		خضاب رمادى اللون أكثر كثافة من ذلك الخطاب الذى حدث فى حالة الأوراق غير المعالجة	اصبح سطح الورق أكثر خشونة •
محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٥٪ من حمض الأوكساليك		نفس الشىء	حدوث تلف سطحى للورق •
محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢٪ من بيتــا بيكبريتيب البوتاسيوم		نفس الشىء	لم يحدث تلف للورق •
محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلــوم ٥٪ من هيدروكبــريتيت الصوديوم •		خضاب رمادى أكثر كثافة الى حد ما من ذلك الخضاب الذى حدث للأوراق غير المعالجة	لم يحدث تلف للورق •
عينة رقم (٢)			
قبل المعالجــة		اصفرار فى لون الورق	
محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢٪ من كبريتيت الصوديـوم + محلول ٢٪ من حمض الأوكســاليك	أصفرار لون الورق	اصفرار قوى فى لون الورق •	
محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢٪ من ميتا بيكبريتيت البوتاسيوم •	لم يحدث اصفرار فى لون الورق	اصفرار أقل كثافة من الحالة التى استخدم فيها حمض الاوكساليك	
محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيـوم + محلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم •	خضاب باهت رمادى اللون	اصفرار ضعيف أقل كثيرا من الحالات السابقة •	
محلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيـوم + محلول ٢٪ من كبريتيت الصوديوم + محلول ٢٪ من حمض الليمونيك.	اصفرار باهت جدا فى لون الورق	اصفرار ملحوظ فى لون الورق •	

التبييض باستخدام المواد المختزلة

تختص عمليـــات التبييض باستخدام المواد المختزلة بمميزات من اهمها عدم تعرض الأوراق التى يجرى تبييضها لتأكسد سليولوز الورق ، وهو الأمر الذى يتسبب تحت ظروف معينة الى حدوث نقص خطير فى الخواص الفيزيو ـ كيميــائية والخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للورق ٠٠ ومنها أيضا عدم حدوث اصفرار فى لون الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون ٠

ويستخدم عادة فى عمليـــات التبييض بالاختزال هيدروكبريتيت الصوديوم ٠٠ ونظرا للسرعة التى تتفاعل بها الهيدزو كبريتات الذائبة . ونظرا لسرعة تحللها بالأكسدة الذاتية فان عملية التبييض يجب أن تتم بمعزل عن الهواء ، كما أنه يجب عـدم تعريض الأوراق المعالجة للهواء الا بعد اتمام عملية التبييض ٠

وفى الواقع وبالرغم من المميزات التى تتميز بها عمليات التبييض باستخدام المواد المختزلة وبزغم النتائج المرضية جدا التى يمكن التحصل عليها ، الا أن الأخطار التى تحدث عند أى تقصير فى مراعاة الاحتياطات السابق الاشـــارة اليها جعلت المعامل التى تعنى بعـلاج وصيانة الورق تتجنب استخدامها ٠

وعلى أية حال فانه يمكن تلخيص خطوات العمل فيما يأتى :

١ ـ يحضر محلول التبييض باذابة ٥ جرام من هيدروكبريتيت الصوديوم فى كل لتر من الماء ٠

٢ ـ تغســل الأوراق المراد تبييضها مما قد يكون عالقا بهـا من أتربة وأوساخ بوضعها فى حوض به ماء جار مع مداومة هز الحوض من آن لآخر ومع مراعاة ألا تكون مواد الكتابة أو النقوش من النوع الذى يتأثر بالمحاليل المائية ٠٠ وفى حالة تأثره يجب تثبيت الكتابات النقوش قبل البدء فى عمليات الغسيل ٠

٣ ـ تنقل الأوراق بعد ذلك الى محلول التبييض وتظل به الى أن تكتسب درجة البياض المناسبة ٠

٤ ـ تنقل الأوراق الى حوض به ماء جار وتظل به الى أن تزال آثار محلول التبييض المستخدم ٠

٥ ـ ترفع الأوراق وتنقل الى المكان المعد للتجفيف ٠

٦ ـ تفرد الأوراق بعد الجفاف بوضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمـدة ٢٤ ســاعة ٠

تنقية الأوراق من المواد غير السليولوزية (اللجنين)

في عام ١٨٤٠ توصل العالم الألماني كيللر الى طريقة جديدة لصنع الورق بصحن أنواع معينة من الأخشاب وذلك كبديل رخيص الثمن للورق المصنوع من الخرق أو الكتان أو غيره من النباتات ، والذى كان مستخدما من قبل ٠

وبالرغم من انتشار الورق المصنوع من الخشب المصحون في الأزمنة اللاحقة ، الا أن عيوبه الناتجة عن تأثير ضوء الشمس ــ وخاصة الأشعة فوق البنفسجية ــ والحرارة والهواء وما به من تلوثات غازية على لونه وقوته بقيت بغير علاج حتى أمكن استخدام الطرق الكيميائية لمعالجة ألياف الخشب بعد عملية الصحن حيث أمكن تقليل كمية المواد غير السليولوزية الموجودة بالخشب ــ وخاصة اللجنين ، وهو المركب الذى يتسبب بصفة رئيسية في تغير لون الورق ــ والتى تكون أجساما بنية اللون تظهر آثارها فوق سطحه عند تعرضه لتأثير ضوء الشمس والأشعة فوق البنفسجية والحرارة ٠

وحيث أن أمراض أو عيوب هذا النوع من الورق تتركز أساسا في وجود مركب اللجنين فان علاجه وصيانته لا يجب أن تقتصر فقط على القيام بما يعرف باسم عمليات التبييض ، بل تتطلب أيضا العمل على التقليل من كمية مركب اللجنين أو التخلص منه اذا كان هذا ممكنا ، وهذا ما يعرف باسم عمليات التنقية ٠

وحتى يمكن تبين ما يمكن أن يسببه مركب اللجنين ، فلعله يكون من المفيد أن نذكر شيئا عن تركيب الأخشاب ، وذلك على النحو التالى :

١ ــ المركبات السليولوزية : وهى تشكل من ٦٧٪ الى ٨٠٪ من مكونات الخشب ٠

٢ ــ اللجنين : وهو يشكل من ١٧٪ الى ٣٠٪ من مكونات الخشب ٠

٣ ــ السكريات والأملاح والأصماغ والدهون والتانينات : وهى تشكل من ٣٪ الى ٨٪ من مكونات الخشب ٠

عمليـــات التنقيـــة

في عام ١٨٨٩ اكتشف العالمان الانجليزيان كروس وبيفان أن لجنين الأخشاب وغيرها من النباتات يمكن أن يتحد اما بالأكسدة أو بالاحلال مع الكلورين مكونا مركبات تذوب اما في كبريتات الصوديوم أو المحاليل

القلوية أو الماء دون أن تتأثر بذلك المكونات السليولوزية فى الأخشاب أو غيرها من النباتات ٠

والواقع أن هذه الطريقة رغم تطبيقها فى الصناعة الا أن استخدامها لعلاج الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون ــ وهى الأوراق التى كانت شائعة الاستخدام فى الأزمنة القديمة ــ لم يلق أدنى استجابة لما يمكن أن يسببه لها من تلف ٠

وفى محاولة منى للتصدى لهذه المشكلة عندما كنت بصدد استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين في عمليات التبييض ، رأيت أن أبحث فى امكان استخدام غــاز ثاني أكســيد الكلورين للتخلص من اللجنــين أو حتى التقليل منه ٠

ويتميز غاز ثانى أكسيد الكلورين بخاصيتين فريدتين هما :

١ ــ فاعليته كعامل مؤكسد تزيد عن فاعلية الكلورين بمقــدار ٢٫٦٣ ضعفا ٠

٢ ــ له قابلية كبيرة لأكسدة مركبات اللجنين وغيره من المواد التي تسبب تلون الورق وتحويلها الى مواد عديمة اللون تذوب فى الماء دون أن يؤثر ذلك على المركبات السليولوزية فى الورق ٠

وهاتين الخاصيتين بطبيعة الحال تجعلان استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين فى تنقية الورق أمرا منطقيا ومرغوبا فيه ، خاصة لما ثبت من أن غاز ثانى أكسيد الكلورين ليس له تأثير على المكونات السليولوزية للورق٠

ويتولد غاز ثانى أكسيد الكلورين بتفاعل غاز الكلور أو الأحماض أو مركبات الهيبوكلوريت مع كلوريت الصوديوم ، وذلك على النحو التالى :

١ ــ ٢ كلوريت الصوديوم + غاز الكلور ← غاز ثانى أكسيد الكلورين + ٢ كلوريد صوديوم ٠

٢ ــ ٥ كلوريت صوديوم + ٢ حمض كبريتيك ← ٤ غاز ثانى أكسيد الكلورين + ٢ كبريتات صوديوم ٠

٣ ــ كلوريت صوديوم + هيبو كلوريت صوديوم + ماء ← ٢ غاز ثانى أكسيد الكلورين + ٢ هيدروكسيد صوديوم + كلوريد صوديوم ٠

ومن الناحية العملية فانه يمكن استخدام غاز ثانى أكسيد الكلورين اما على هيئة غاز واما بتمريره فى الماء واستخدام المحلول الناتج ٠٠ ومن ناحية أخرى فانه يمكن توليد غاز ثانى أكسيد الكلورين باضافة الفورمالين

الى محلول كلوريت الصوديوم ، وفى هذه الحالة يمكن استخدامه على هيئة حمام توضع به الأوراق المراد علاجها مباشرة ٠

والواقع أن لون الأوراق بعد علاجها بغاز ثانى أكسيد الكلورين يتحول الى اللون الأصفر وهذا يحتم تبييض الورق بعد انتهاء عملية العلاج ٠٠ وعلى هذا الأساس فان عملية التنقية تتم على النحو التالى :

١ ــ أكسدة اللجنين وغيره من المواد التى تسبب تلون الورق وتحويلها الى مركبات عديمة اللون يمكن ازالتها بالماء ٠

٢ ــ ازالة مركبات اللجنين وغيره من المركبات بعد عملية الأكسدة ٠

٣ ــ تبييض الأوراق المعالجة ٠

وسوف نتكلم عنها بالتفصيل فيما بعد ٠٠

أولا ــ عملية الأكسدة

وتتم هذه العملية اما بتعريض الأوراق المراد علاجها لتأثير غاز ثانى أكسيد الكلورين باستخدام الجهاز الخاص بذلك والذى سبق الحديث عنه بالتفصيل ، واما بتعريض الأوراق المراد علاجها لتأثير غاز ثانى أكسيد الكلورين على هيئة حمام لمدة لا تزيد عن نصف ساعة ، وذلك بالطريقة الآتيــة :

١ ــ يحضر محلول من كلوريت الصوديوم باذابة ٢ جم من كلوريت الصوديوم فى لتر من الماء ٠

٢ ــ توضع الأوراق المراد علاجها فى المحلول ٠

٣ ــ يضاف الى المحلول بعد ذلك ٢٥ سم٣ من الفورمالين ٠

ومن الأفضل أن تتم هذه العملية فى الغرفة الخاصة بالجهاز المستخدم فى عمليات العلاج بغاز ثانى أكسيد الكلورين حتى يمكن تجنب خطورة التعرض لغاز ثانى أكسيد الكلورين ٠

ثانيا ــ ازالة مركبات اللجنين المؤكسدة

بعد انتهاء عملية أكسدة اللجنين توضع الأوراق المعالجة فى تيار ضعيف من الماء لمدة ١٥ دقيقة على الأقل ٠٠ وفى الحالات التى لا يمكن للماء فيها ازالة مركبات اللجنين المؤكسدة يستخدم محلول ٢٪ من ثيو كبريتات الصوديوم أو محلول ١ ٪ من هيدروكسيد الصوديوم حسب الحالة ٠

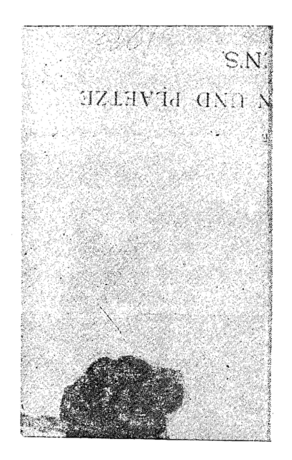
ثالثا ـ عملية التبييض

تبيض الأوراق المعالجة التى أزيلت منها مركبات اللجنين المؤكسدة باتباع طرق التبييض السابق الحديث عنها بالتفصيل ، وان كانت تفضل طريقة التبييض باستخدام فوق أكسيد الهيدروجين لكونه لا يؤثر على الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للورق ، الأمر الذى يتناسب مع الحالة التى أصبحت عليها الأوراق بعد مرورها بمراحل العلاج المختلفة .

الكشف عن وجود اللجنين قبل وبعد العلاج :

يكشف عن اللجننين قبل وبعد العلاج باتباع الطريقة الآتية : ـ

يبلل جزء صغير جدا من أحد الأركان غير الظاهرة بصحيفة الورق المراد فحصها بنقطة من حمض الهيدروكلوريك ثم بنقطة من محلول كحولى من مادة الفلوروجلوسين (Pholoroglucin) نسبة تركيزه ٢ ٪ ٠٠ وعند



« صورة فوتوغرافية تبين كمية اللجنين الموجودة باحد الأوراق »
قبل وبعـــد العـــلاج

وجود اللجنين تتكون على الفور بقعة حمراء اللون تتناسب شدتها مع كمية اللجنين الموجودة فى الورق ٠

وفى نهاية الحديث عن عمليات تبييض وتنقية الورق يهمنى أن أشير الى كفاءة المواد التى تستخدم عادة فى عمليات التبييض والتنقية ومدى تأثيرها على الخواص الكيميائية والخواص الفيزيو ــ ميكانيكية للورق حتى يتيسر للعاملين فى هذا الحقل اختيار أفضل الطرق وأصلح المواد بما يكفل تحقيق أهداف العلاج دون احداث تلف للكتب والمخطوطات والوثائق ٠٠ مع مراعاة أن الدراسات المعملية لمعرفة مدى تأثير مواد التنقية والتبييض تجرى على عينات من الورق تماثل فى نوعيتها وخصائصها أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق المراد علاجها ٠

واقتنــاعا منى بأن لغــة الأرقام هى أكثر وســائل التعبير وضوحا فسوف أتناول هذا الموضوع فى اطار النتائج التى انتهيت اليها من خلال البحث الذى أجريته والذى تناولت فيه تنقية وتبييض الأوراق المصنوعة من الخشب ، وكذلك فى اطار النتائج التى انتهى اليها غيرى من الدارسين فى هذا المجال ٠

وثمة طريقتان للوقوف على مدى تأثير المواد المستخدمة فى عمليات التنقية والتبييض على المكونات السليولوزية للورق ، احداهما تعتمد على قياس الخواص الفيزيو ــ ميكانيكية باستخدام أجهزة قياس مدى تحمل الورق للطى ومدى قابليته للشد أو المط ومدى مقاومته للتمزق ٠٠ أما الثانية فتعتمد على التحليل الكيميائى بالاسلوب الموضعى (Spot analysis) وهى طريقة وصفية يمكن اتباعها فى حالة عدم توفر أجهزة قياس الخواص الفيزيو ــ ميكانيكية ، وقد اتبعتها فعلا فى البحث الذى قمت به وتحصلت عن طريقها على نتائج مرضية للغاية ٠

ولعله يكون من المفيد أن نذكر للقارىء طريقة التحليل الموضعى التى يمكن بواســطتها الوقوف على مــدى تأثير المواد المستخدمة فى عمليــات التنقيــة والتبييض ، وذلك قبــل تناول النتائج التى انتهت اليها بعض البحوث والتى ســوف يمكن عن طريقها معرفة واختيــار أفضل الطرق وأصلح المواد التى يجب استخدامها فى عمليات التنقية والتبييض ، وهذه الطريقة هى :

١ ــ يحضر محلول من نترات الفضة باذابة ٢ جم من نترات الفضة فى ٢٠ سم٣ من الماء الدافى ء ٠

٢ ــ يضاف الى محلول نترات الفضة كمية من النوشادر المركزة بالقدر الذى يكفى لتكون راسب بنى ٠

٣ ـ تضاف الى محلول نترات الفضة بعـد تكون الراسب البنى كميـة زائدة من النوشادر المركزة تكفى لاعادة ذوبان الراسب البنى الذى تكون فى الخطوة السابقة ·

٤ ـ تغمس الأوراق التى يجرى فحصها فى المحلول قبل وبعد معالجتها بمواد التنقية والتبييض مدة تكفى لاكتسابها لونا بنيا ·

٥ ـ ترفع الأوراق ثم تغمس فى نوشادر مركزة ويلاحظ مدى التغير فى لونهـا ·

ويمكن الوقوف على مدى تأثير مواد التنقية والتبييض على المكونات السليولوزية للورق من ملاحظة شدة اللون الذى اصطبغ به الورق ، وذلك قبل وبعد معالجته بمواد التنقية والتبييض ، مع الأخذ فى الاعتبار ان شدة اللون تتناسب تناسبا طرديا مع درجة تأثير سليولوز الورق بهـذه المـــواد ·

أما فيما يختص بنتائج الدراسات التى أجريت فى هذا المجال فسوف أضعها بين يدى القارىء على صورة جداول وهى الطريقة التى صيغت بها ، وذلك حتى يتمكن من استخلاص مدلولها بطريقة مباشرة ·

اولا ـ الطرق الكيميائية :

١ ـ كفاءة المواد المستخدمة فى استخلاص اللجنين ·

رقم العينة	كمية اللجنين قبل العلاج	كمية اللجنين بعد العلاج	ملاحظات
١	١٠	٢ر٥	تحول لون الورق المعالج الى اللون
٢	١٠	٢ر٠٠	الأصفر المائل الى البنى
٣	١٠	٢ر٠٠	
٤	١٠	١	ـ لم يحدث تغير ملحوظ فى صلابـة
٥	١٠	١ر٥	الورق المعالج ·
٧	١٠	١ر٥	ـ لم تتأثر مواد الكتابة ·
٦	١٠	٢ر٠٠	ـ زادت درجة نصاعة الورق وتغير لون
٨	١٠	صفر تقريبا	البقع البنية التى كانت موجودة قبـل
٩	١٠	٢ر٠٠	العلاج الى اللون الأصـفر المائل الى البنى ·

جدول يوضح مدى فاعلية غاز ثانى أكسيد الكلورين فى استخلاص اللجنين ·· وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للجنين قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجـازا كميـــة اللجنين الموجودة بالورق قبـل العـلاج القيمـة (١٠) ·

رقم العينة	كمية اللجنين قبل العـــلاج	كمية اللجنين بعد العـــلاج	ملاحظات
١	١٠	١٠	لم تتأثر صلابة الورق
٢	١٠	٩ر٥	تأثرت صلابة الورق بدرجة صغيرة
٣	١٠	٩ر٠٠	انخفضت صلابة الورق بدرجة ملحوظة
٤	١٠	٩ر٠٠	انخفضت صلابة الورق بدرجة ملحوظة. زادت درجة نصاعة الورق فى جميع العينات زيادة ملحوظة ٠

جدول يوضـح فاعلية غاز الكلور المتولد من مادة هيبــو كلوريت الصوديوم فى استخلاص اللجنين ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للجنين قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية اللجنين الموجودة بالورق قبل العلاج القيمة (١٠) ٠

رقم العينة	كمية اللجنين قبل العـــلاج	كمية اللجنين بعد العلاج	ملاحظـــات
١	١٠	١٠	لم تتأثر صلابة الورق بالعلاج
٢	١٠	١٠	» » » »
٣	١٠	١٠	» » » »
٤	١٠	١٠	» » » »
			* بقيت درجة نصاعة الورق كما هى دون تغير ملحوظ ٠

جدول يوضح فاعلية غاز الكلور المتولد من مادة الكلورامين (ت) فى استخلاص اللجنين ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للجنين قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية اللجنين الموجودة بالورق قبل العلاج القيمة (١٠) ٠

(ب) تأثير مواد التبييض على المكونات السليولوزية للورق :

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبـل العلاج •	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج •
١	١٠	١٠ (على وجه التقريب »
٢	١٠	١٠ »
٣	١٠	١٠ »
٤	١٠	١٠ »
٥	١٠	١٠ »
٦	١٠	١٠ »
٧	١٠	١٠ »
٨	١٠	٩ر٥
٩	١٠	١٠ (على وجه التقريب)

جـدول يوضـح تأثير غـاز ثانى آكسـيد الكلورين على المكونات السليولوزية للورق •• وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبـل وبعد العـلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) •

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج
١	١٠	٩ر٠٠
٢	١٠	٨ر٥٠
٣	١٠	٨ر٠٠
٤	١٠	٨ر٠٠
٥	١٠	٨ر٥٠
٦	١٠	٧ر٥٠
٧	١٠	٩ر٠٠
٨	١٠	٨ر٠٠
٩	١٠	٨ر٥٠

جدول يوضح تأثير هيبوكلوريت الصوديوم على المكونات السليولوزية للورق •• وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) •

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج .	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج .
١	١٠	١٠
٢	١٠	١٠
٣	١٠	١٠
٤	١٠	١٠
٥	١٠	١٠
٦	١٠	١٠
٧	١٠	١٠
٨	١٠	١٠
٩	١٠	١٠

جدول يوضح تأثير الكلورامين (ت) على المكونات السليولوزية للورق .. وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج .	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج .
١	١٠	٩ر٥٠
٢	١٠	٩ر٠٠
٣	١٠	٨ر٥٠
٤	١٠	٩ر٠٠
٥	١٠	٩ر٠٠
٦	١٠	٩ر٥٠
٧	١٠	٨ر٠٠
٨	١٠	٨ر٥٠
٩	١٠	٩ر٥٠

جدول يوضح تأثير فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأوكسيجين) دون أن تضاف اليه مواد قلوية على المكونات السليولوزية للورق .. وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج .	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج .
١	١٠	١٠
٢	١٠	١٠
٣	١٠	١٠
٤	١٠	١٠
٥	١٠	١٠
٦	١٠	١٠
٧	١٠	١٠
٨	١٠	١٠
٩	١٠	١٠

جدول يوضح تأثير فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسيجين) المضاف اليه مواد قلوية على المكونات السليولوزية للورق .. وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج .	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج .
١	١٠	١٠ (على وجه التقريب)
٢	١٠	١٠ »
٣	١٠	١٠ »
٤	١٠	١٠ »
٥	١٠	١٠ »
٦	١٠	١٠ »
٧	١٠	١٠ »
٨	١٠	١٠ »
٩	١٠	١٠ »

جـــدول يوضح تأثير هيدروكبريتيت الصـــوديوم على المكونات السليولوزية للورق .. وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) .

ثانيا ـ طرق قياس الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية

قبل أن أبدأ فى سرد نتائج الدراسات التى أجريت بغرض الوقوف على مدى تأثير المواد الكيميائية التى تستخدم عادة فى عمليات تبييض الورق على خواصه الفيزيو ـ ميكانيكية ، يهمنى أن أنوه الى أن النتائج التى سوف يأتى ذكرها فى هذا الخصوص مستخلصة من عدد من الدراسات قام بها مركز الصيانة والترميم بمكتبة ليننجراد الشهيرة .

وقد أجريت هذه الدراسات باستخدام عينات مأخوذة من أنواع مختلفة من أوراق الطباعة وأوراق الجرائد لكونها أقل أنواع الأوراق ثباتا وأكثرها قابلية للتلف بفعل المواد الكيمائية . وهذه النتائج هى :

رقم مسلسل	المعالجة	مدى تحمل الورق للطى معبرا عنه بعدد مرات الطى المزدوجة .			مقاومة الورق للكسر معبرا عنها بالكيلو جرام			قابلية الورق للشد او المط معبرا عنها بالنسبة المئوية .		
		قبل عملية الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة		قبل عملية الاسراع	اسراع صناعى فى القدم لمدة		قبل عملية الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة	
			خمسة ايام	عشرة ايام		خمسة ايام	عشرة ايام		خمسة ايام	عشرة ايام
١ ـ	محلول ٥ر٠٪ من حمض الفوسفوريك	٩ر١	٧ر٤	٦ر٢	٥٦ر٢	٣١ر٢	١٩ر٢	٩٥ر١	٠٩ر٢	٥٢ر١
٢ ـ	محلول ١٪ من حمض الفوسفوريك	١ر٧	٩ر٣	٢ر٢	٣ر٢	٣٢ر٢	١١ر٢	٠٠ر٢	٦٤ر١	١٩ر١
٣ ـ	محلول ٥ر٢٪ من حمض الفوسفوريك	٨ر٧	٠٠ر٧	٧ر٣	٣٤ر٢	٥٤ر٢	٢٨ر٢	١٠ر٢	٧٨ر١	٧٥ر١
٤ ـ	محلول ٥٪ من حمض الفوسفوريك	٨ر٧	٥ر٥	٤ر٣	٥٢ر٢	٠٩ر٢	٢٦ر٢	٣٠ر٢	٦٠ر١	٣٥ر١
٥ ـ	عينة غير معالجة بحمض الفورسفوريك	٨٠ر١١	٦٠ر٥	١ر٢	٠٨ر٣	٧٥ر٢	٧٤ر٢	٥٤ر١	٢٢ر١	٣١ر١

جدول يوضح مدى تأثير حمض الفوسفوريك الذى يستخدم فى عمليات تبييض الوق باستخدام برمنجنات البوتاسيوم على الصلابة الميكانيكية للورق وقد عولجت عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة من النوع المعروف باسم (viswera) بحمض الفوسفورك الذى تراوحت نسب تركيزه من ٥ر٠٪ الى ٥٪ لمدة ٢٠ دقيقة ، وذلك قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعى فى القدم التى أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ْ م ودرجة رطوبة نسبة مقدارها ٧٠٪ .

جدول يوضح تأثير كل من حمض الأوكساليك وحمض الخليك اللذين يستخدمان فى عمليات تبييض الورق باستخدام برمنجنات البوتاسيوم على الصلابة الميكانيكية للورق • وقد عولجت عينات الورق المأخوذة من ورق الجرائد ومن ورق الترشيح المستخدم فى المعامل بنسب تركيز مختلفة من هذين الحمضين وذلك قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعى فى القدم التى أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ •

المعالجة ونوع الورق المستخدم	مدى تحمل الورق للطى معبرا عنه بعدد مرات الطى المزدوجة		مقاومة الورق للكسر معبرا عنه بالكيلو جرامات •		قابلية الورق للشد او المط معبرا عنه بالنسبة المئوية •	
	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة أيام •	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة أيام •	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة ايام •
ورق جرائد من نوع جوركى (Gorkii)						
الحالة المبدئية دون معالجة	٣ر٢	من ٩ر٠ الى ٣ر١	٨٩ر١	من ٦٤ر٠ الى ٨٣ر١	١٠ر١	من ٩٢ر٠ الى ٩٨ر٠
محلول ٢٪ من حمض الأوكساليك	٦٠ر٠	فقد الورق صلابته وتفتت	٥٥ر١	فقد الورق صلابته وتفتت	٧٠ر٠	فقد الورق صلابته وتفتت
محلول ٥٪ من حمض الأوكساليك	٠٠ر١	فقد الورق صلابته وتفتت	٦٣ر١	فقد الورق صلابته وتفتت	٧٠ر٠	فقد الورق صلابته وتفتت
محلول ٢٠٪ من حمض الأوكساليك	٠٠ر١	فقد الورق صلابته وتفتت	٥٩ر١	فقد الورق صلابته وتفتت	٩٤ر٠	
محلول ١٪ من حمض الخليك	٩٠ر٢	٢ر١	٨٩ر١	٨٩ر١	٠٨ر١	٤٦ر٠
ورق ترشيح من النوع المستخدم فى المعامل						
الحالة المبدئية دون معالجة	٦٥ر١	١٥ر١	٩٧٢ر١	٦٨ر١	٠٤ر١	٠٤ر١
محلول ٢٪ من حمض الأوكساليك	٢٥ر١	فقد الورق صلابته وتفتت	٥٣ر١	فقد الورق صلابته وتفتت	٩٨ر٠	فقد الورق صلابته وتفتت

جدول يوضح تأثير محلول نسبة تركيزه ٢٠ ٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم الذى يستخدم فى عمليـــات التبييض باستخدام برمنجنات البوتاسيوم على الصـــلابة الميكانيكية للورق وقد عولجت عينـــة الورق المأخوذة من ورق الجرائد من نوع جوركى (Gorkii) بمحلول هيدروكبريتيت الصوديوم لمدة ٢٠ دقيقة ثم عولجت بالماء لمدة ٢٠ دقيقة أخرى وذلك قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعى فى القدم التى أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ .

المعالجـــة	مدى تحمل الورق للطى معبرا عنه بعـــدد مرات الطى المزدوجة .		مقاومة الورق للكسر معبرا عنه بالكيلو جرامات .		قابلية الورق للمط او الشد معبرا عنهمـــا بالنسبة المئوية .	
	قبل الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة أيام .	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	أسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة أيام .	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة أيام .
الحالة المبدئية بدون معالجـــة	٣	من ٩ر٠ الى ٣ر١	١ر٨٩	من ٦٤ر١ الى ٨٣ر١	١ر١	من ٩٢ر٠ الى ٩٩ر٠
المعالجة بمحلول من هيدروكبريتيت الصوديوم نسبة تركيزه ٢٠٪ لمدة ٢٠ دقيقة .	٥ر٣	١ر-	١ر٩٠	١ر٦١	١ر٤٢	٩ر٠
المعالجة بالماء لمدة ٢٠ دقيقة	٢ر٣	٥ر١	١ر٥٤	١ر٧٣	١ر٠٣	٩ر٠

جدول يوضح التغيرات التي تحدث في الصـلابة الميكانيكية المعالجة بهيبوكلوريت الكالسيوم عند تخزينها في درجات الحرارة العادية · وقد أجريت لها عمليات اسراع صناعى في القدم قبل وبعد التخزين لفترات مختلفة عند درجة حرارة ٨٠ درجـة م ودرجة رطوبة مقدارها ٨٠٪ ·

رقم مسلسل	نوعية الأوزاق والمواد الكيميائية المستخدمة في المعالجة ·	تحمل الورق للطى معبرا عنه بعدد مرات الطى المزدوجة ·			مقاومة الورق للكسر معبرا عنها بالكيلو جرامات ·			قابلية الورق للمط أو الشد معبرا عنهـا بالنسبة المئوية ·		
		الحالة المبدئية قبل التخزين	الحالة بعد فترة تخزين مدتها ثمانية شهور	الحالة بعد فترة تخزين مدتها احد عشر شهرا ·	الحالة المبدئية قبل التخزين	الحالة بعد فترة تخزين مدتها ثمانية شهور	الحالة بعد فترة تخزين مدتها احد عشر شهرا ·	الحالة المبدئية قبل التخزين	الحالة بعد فترة تخزين مدتها ثمانية شهور	الحالة بعد فترة تخزين مدتها احد عشر شهرا ·
١ ـ	ورق طباعة من نوع (Arkhangel'sk)	١٢ر٩			٣ر٣٥			٢ر٧٧		
٢ ـ	ورق طباعة من النوع السابق بعد علاجه بمحلول ٢٪ من هيبوكلوريت الكالسيوم ثم بمحلول ١٥٪ من ثيوسلفات الصوديوم الذى تلاه الغسيل بالماء	٧ر٤	٧ر٤	٧ر—	٣ر٣٨	٣ر٠٥	٣ر٣٨	٢ر٣١	٢ر٤٨	١ر٧١
٣ ـ	ورق طباعة من النوع السابق بعد علاجه بمحلول ٥٪ من هيبوكلوريت الصوديوم ثم بمحلول ١٥٪ من ثيوسلفات الصوديوم الذى تلاه الغسيل بالماء	٨ر٩	٢ر٦	١ر٧	٣ر٧٦ ٣ر٢٦	٢ر٤٩	٢ر٨٣	٢ر٢٤	٢ر١٧	١ر٦٩
٤ ـ	ورق طباعة من نوع Kamskaya									
٥ ـ	ورق طباعة من النوع السابق بعد علاجـه بمحلول ٥٪ من حمض الاوكساليك ثم بمحلول ٤٠٪ من ثيو سلفات الصوديوم	٢ر٧ ٢ر٤	٢ر٣	٢ر٤	٢ر٣٩	١ر٧٦	٢ر٨٢ ٢ر٠٨	١ر٤ ١ر٥٦ ١ر٢٨	١ر٧٩	١ر١٢
٦ ـ	ورق جرائـد				١ر٩٠					
٧ ـ	ورق جرائد من النوع السابق بعد علاجه بمحلول ٥٪ من هيبوكلوريت الكالسيوم ثم بمحلول ٥٪ من حمض الاوكساليك وأخيرا بمحلول ٤٠٪ من ثيو سلفات الصوديوم ·	٣ر٢ ٢ر٤	٢ر٤	٢ر٨	١ر٨٩ ١ر٦٥	١،٦٧	١ر٩٠	١ر١ ٠ر٩٩ ١ر٢٥	١ر٦١	١ر١٥

جدول يوضح التغيرات التى تحدث فى الصلابة الميكانيكية للورق المعالج بهيبو كلوريت الكالسيوم قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق التى أجريت عند درجة حرارة ٨٠ درجة م وفى درجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ .

نوعية الأوراق والمواد الكيميائية المستخدمة فى العلاج .	تحمل الورق للطى معبرا عنه بعدد مرات الطى المزدوجة .		مقاومة الورق للكسر معبرا عنه بالكيلو جرامات		قابلية الورق للمط أو الشد معبرا عنها بالنسبة المئوية .	
	قبل عملية الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى لمدة خمسة أيام	قبل عملية الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى لمدة خمسة أيام	قبل عملية الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى لمدة خمسة أيام
ورقة طباعة من نوع (Arkhangel'sk) غير معالج .	١٢ر٩	٤ر—	٣ر٣٥	٢ر٨٥	٢ر٧٧	١ر٦٥
ورق طباعة من النوع السابق معالجة لمدة ٢٠ دقيقة بمحلول من هيبو كلوريت الكالسيوم ثم بمحلول ١٥٪ من ثيوسلفات الصوديوم الذى تلاه الغسيل بالماء .	٧ر٣	٣ر٨	٢ر٩٨	٢ر٨٣	٢ر٠٨	١ر٢٥
ورق رسم من النوع المعروف باسم (letho graphic paper) غير معالج	١٧ر٩	٣ر٩	٥ر٩٩	٤ر٩٤	١ر٩١	١ر٦٢
ورق رسم من النوع السابق معالج لمدة ٢٠ دقيقة بمحلول من هيبو كلوريت الكالسيوم ثم بمحلول ١٥٪ من ثيو سلفات الصوديوم الذى تلاه الغسيل بالماء .	٨ر١	٣ر٨	٥ر٨٠	٥ر٢٧	٢ر٣٥	١ر٨٧

جدول يوضح تأثير محاليل التبييض المستخدمة لازالة بقع الأحبار على الصلابة الميكانيكية للورق ٠ وقد عولجت عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة من النوع المعروف باسم (Arkhangel'sk) قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق التى أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ ٠

المعالجة	تحمل الورق للطى معبرا عنه بعدد مرات الطى المزدوجة		مقاومة الورق للكسر معبرا عنها بالكيلو جرامات		قابلية الورق للشد أو المط معبرا عنها بالنسبة المئوية ٠	
	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة أيام	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة أيام	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة أيام
١ ـ الحالة المبدئية بدون معالجة	١٢ر٦	ــر٤	٣ر٣٥	٢ر٨٥	٢ر٧٧	١ر٦٥
٢ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٢٪ من حمض الاوكساليك (٤ مرات) ٠	١٢ر٩	صفر	٢ر٦٧	١ر٦٦	٢ر٩٨	ــر١
٣ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٥٪ من حمض الاوكساليك (٤ مرات) ٠	١١ر٢	صفر	٢ر٧٩	١ر٤٥	٢ر٤٨	٠ر٨
٤ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم ٠	١٥ر٥	ــر٢	٣ر٠٣	٢ر٥٠	٢ر٥٦	من ١ر٦ الى ١ر٨
٥ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم بعد معالجة اولية بمحلول ١٪ من حمض الخليك واخيرا معالجة بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات)	١٤ر٢	٤ر٩	٢ر٩٩	٢ر٥٣	ــر٢	١ر٧٩
٦ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ١٪ من حمض الخليك واخيرا معالجة بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم ٠ (٤ مرات)	١٠ر٦	٥ر٨	٢ر٨٣	٢ر٨٩	٢ر٥٢	٢ر٠٢
٧ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٢٪ من ميتابيكبريتيت البوتاسيوم (٤ مرات)	١٠ر٩	٠ر٤	٣ر٠١	٣ر١٥	٢ر٩٩	ــر١

جدول يوضح تأثير محاليل التبييض المستخدمة لازالة بقع الأحبار على الصلابة الميكانيكية للورق ٠ وقد عولجت الأوراق المأخوذة من ورق الجرائد من نوع جوركى (Gorkii) قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعى فى قدم الورق التى أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ ٠

المعالجة	تحمل الورق للطى معبرا عنه بعدد مرات الطى المزدوجة		مقاومة الورق للكسر معبرا عنها بالكيلوجرامات		قابلية الورق للشد او المط معبرا عنهـا بالنسبة المئوية	
	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة ايـام	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة ايـام	قبل عمليات الاسراع الصناعى فى القدم	اسراع صناعى فى القدم لمدة خمسة ايـام
١ ـ الحالة المبدئية بدون معالجة ٠	٣ر٢	من ٠ر٩ الى ١ر٣	١ر٨٩	من ١ر٦٤ الى ١ر٨٣	١ر١	
٢ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٢٪ من حمض الأوكساليك وأخيرا بمحلول ٢٪ من كبريتيت الصوديوم (٤ مرات) ٠	٤ر٤	صفر	١ر٦٢	١ر٥١		
٣ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٢٪ من حمض الليمونيك وأخيرا بمحلول ٢٪ من كبريتيت الصوديوم (٤ مرات) ٠	٣ر١	١	١ر٧٥	١ر٦٦	١ر٢٤	
٤ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات) ٠	٤ر٣	٠ر٩	١ر٧٣	١ر٧٦	١ر١٤	
٥ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بمحلول ١٪ من حمض الخليك وأخيرا بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات)٠	٢ر٨	٠ر٣	١ر٦	١ر٣٨		٠ر٧١
٦ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٢٪ من ميتابيكبريتيت البوتاسيوم (٤ مرات) ٠	٤ر٦	٠ر٨	١ر٥٨	١ر٥٧		٠ر٨٨
٧ ـ معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم بنسبة ٥ر٠٪ وحمض الفوسفوريك بنسبة ٤ر٠٪ ثم معالجة تالية بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات) ٠	٣ر١	١ر٢	١ر٧٥	١ر٩٩		٠ر٩

سادسا ـ ازالة الحموضة الزائدة

أثبت بارو (W. J. Barrow) أن الأحماض الحرة تتواجد عادة بالورق اما عن طريق المواد المستخدمة فى صناعة الورق ـ وبالأخص الشب والقلفونية ـ أو عن طريق الشوائب الغازية الحمضية الموجودة بالجو ـ وبالأخص غاز ثانى أكسيد الكبريت ـ أو عن طريق الأحبار المستخدمة فى الكتابة ـ وبالأخص أحبار الحديد ـ كما أثبت أن الأحماض الحرة تعد واحدة من الأسباب الرئيسية التى تؤدى الى تلف الورق .

ولقد سبق أن ذكرنا أن الأحماض الحرة القوية تؤدى الى تكسر أو تهتك الروابط الكيميائية التى تربط بين جزيئات الجلوكوز فى سلاسل السليولوز مؤدية الى اضعاف متانة ألياف السليولوز وهذا بدوره يؤدى الى ضياع أو فقد قوة الأوراق المصنوعة منها .. وقلنا أيضا أنه يتعين لهذا السبب مداومة قياس درجة حموضة الورق (PH. Value) حتى لا يتأخر علاجه عن الوقت المناسب .

والآن وقبل أن نتناول طرق ازالة الحموضة الزائدة يهمنى أن أبين للقارىء ماذا يعنى الكيميائيون بقولهم هذا حمض قوى وذاك حمض ضعيف أو هذه مادة قلوية قوية وتلك مادة قلوية ضعيفة ، وذلك حتى لا يحدث خلط بينها وبين الألفاظ التى تستخدم للتعبير عن كمية الأحماض أو القلويات فى محاليلها والتى يعبر عنها عادة بالقول هذا حمض مركز وذاك حمض مخفف أو هذه مادة قلوية مركزة وتلك مادة قلوية مخففة .

ويعنى بالحمض القوى أو المادة القلوية القوية ، الحمض أو القلوى الذى يتأين فى محلوله تأينا كاملا معطيا أيونات هيدروجين (H^+) بالنسبة للحمض أو أيونات هيدروكسيل (OH^-) بالنسبة للمادة القلوية.. أما الحمض الضعيف أو المادة القلوية الضعيفة ، فهو الحمض أو القلوى الذى يتأين فى محلوله تأينا محدودا معطيا عددا قليلا جدا من أيونات الهيدروجين أو أيونات الهيدروكسيل ، وتكون هذه الأيونات فى حالة توازن مع الجزء غير المتأين من الحمض أو المادة القلوية .

ولما كان أخطر غازات التلوث الجوى هو غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يتحول كما سبق أن ذكرنا الى حمض الكبريتيك ، وهو أحد الأحماض القوية ، فسوف تتطلب عملية ازالة حموضة الورق استخدام قلويات قوية حتى تتم بالكفاءة المطلوبة ، الأمر الذى قد يؤدى الى تلف الأوراق المعالجة ومن هذا يمكن القول بأنه يجب أن تتوفر فى المادة القلوية التى يمكن استخدامها بأمان فى عمليات ازالة حموضة الورق الخصائص الآتية :

١ ـ يجب أن تكون أحد القلويات القوية التى تكون أملاحا متعادلة ٠

٢ ـ يجب أن يكون القدر الزائد من المادة القلوية المستخدمة الذى يظل بالأوراق المعالجة قابلا للتحول الى الحالة المتعادلة ٠

ولعل من أفضـل المواد القلوية التى يتحقق فيهـا هذان الشرطان هيدروكسيد الكالسيوم ، وذلك على أساس أنه مادة قلوية قوية ولكنه يتحول بسهولة بفعل غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو أو بتفاعله مع محلول بيكربونات الكالسيوم الى كربونات الكالسيوم وهى مادة بيضـاء متعادلة تقريبا وغير قابلة للذوبان فى الماء ٠

ويستـخدم هيـدروكسيد الكالسـيوم لازالة الحموضة الزائد من الأوراق فى الحالات التى لا تتأثر فيها النقوش والكتابات بالماء أو المحاليل المائية ، وذلك باتباع الخطوات الآتيـة :

١ ـ توضع الأوراق المراد علاجها بين شبكتين من الألومنيوم ٠

٢ ـ تغمر الأوراق بعـد ذلك لمـدة عشرين دقيقـة فى ماء الجـير ـ هيـدروكسيد الكالسـيوم ـ وبحيث لا تزيد درجـة تركيزه عن ١٥ر٠ ٪ ، وبذلك يتعادل الحمض الموجود بالورق وفى نفس الوقت سوف تظل بالأوراق المعالجة كمية صغيرة من الجير زيادة عن الكمية اللازمة لمعادلة الحمض ٠

٣ ـ تنقل الأوراق مباشرة الى حمـام آخـر به محـلول من بيكربونات الكالسيوم الذائبة فى الماء بنسبة تركيز ٢ر٠ ٪ لمدة عشرين دقيقة أخـرى ٠

وبهذه الكيفية سوف تتحول الكمية الصغيرة من الجير أى هيدروكسيد الكالسيوم التى تحتويها الأوراق المعـالجة الى كربونات الكالسيوم التى تلتصق بالورق وتحفظه فى المستقبل اذا تعرض لفعل أجواء حمضية ٠

أما فى حالة الأوراق التى تتأثر فيهـا النقوش والكتابات بالماء أو بالمحاليل المائية فيمكن استخدام مواد قلوية من النوع القابل للذوبان فى المذيبات العضوية ٠٠ ويستخدم عادة لهذا الغرض هيدروكسيد الباريوم الذائب فى الكحـول المثيلى النقى ، وذلك على أسـاس أن هيدروكسيد الباريوم فضلا عن قابليته للذوبان فى الكحول يتميز ـ شأنه فى ذلك شأن هيدروكسيد الكالسيوم ـ بأنه أحد القلويات القوية وبأنه يتحول الى كربونات الباريوم ، وهى مادة بيضاء متعادلة تقريبا وغير قابلة للذوبان فى الماء ٠٠ وتجرى عملية ازالة الحموضة الزائدة باستخدام هيدروكسيد الباريوم فى الخطوات الآتيـة :

١ – يحضر محلول هيدروكسيد الباريوم باذابة ١٩ جم من هيدروكسيد الباريوم (Bariumhydroxide octahydrate) فى لتر من الكحول المثيلى النقى ٠

٢ – توضع الأوراق المراد علاجها على لوح نظيف من الزجاج ٠

٣ – تعالج الأوراق اما برشها بالمحلول باستخدام مسدس رش صغير أو باستخدام فرشاة ناعمة رفيعة ٠

٤ – تترك الأوراق لتجف ثم تفرد بوضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة ٢٤ ســاعة ٠

ومن الضرورى جدا قبل البدء فى العمل اختبار مدى مقاومة مواد الكتابة لتأثير المحلول المستخدم لازالة الحموضة ٠

سابعا – الصقل والتقوية بالطرق اليدوية والميكانيكية

من المعروف جيدا أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للورق تتغير بمرور الزمن ، وهو ما يعبر عنه بتقادم الورق ٠٠ ويترتب على قدم الورق حدوث نقص فى متانته ، أى حدوث نقص فى صلابته الميكانيكية٠٠ويتضح هذا من اصابة الأوراق القديمة بالضعف أو التفتت ٠

ويتوقف مدى التلف الذى يتعرض له الورق على عدة عوامل منها ، نوعية الألياف والمواد غير السليولوزية التى تدخل فى تركيبه ومنها أيضا طبيعة الأجواء التى يتعرض لها سواء عند العرض أو عند التخزين ٠

ولما كانت التغيرات التى تحدث فى الخواص الفيزيائية والكيميائية للورق تسير فى اتجاه واحد ، أى أنها غير عكسية (Irreversible) فانه يصبح من الضرورى صـقله وتقويته ســواء بالطرق اليــدوية أو الميكانيكية حتى يمكن بذلك تناوله والمحافظة عليه ٠

وفيما يلى سوف نتناول بالتفصيل عمليات الصقل والتقوية التى تجرى للأوراق القديمة والمواد التى تستخدم فيها وهى على النحو التالى :

أولا – عمليــات الصقل

يفقد الورق قوته وتزداد مساميته عندما تتآكل مواد الصقل ويتحول تدريجيــا الى ما يشــبه أوراق النشــاف ، وبذلك تزداد قابليته للتبقع مما يستوجب اعادة صقله ٠

ويجب قبل اعادة الصقل تثبيت الكتابات والنقوش وتنظيف الورق مما قد يكون عالقا به من أتربة وأوساخ سواء كانت هذه الأتربة والأوساخ سطحية أو متداخلة بين أليافه ، كما يجب ازالة الحموضة الزائدة والقيام بعمليات التبييض لازالة البقع والأوساخ التى لا تجدى معها عمليات الغسيل العـــادية ٠

ويستخدم فى عمليات اعادة الصقل أحد المواد الآتية حسب طبيعة الورق والحالة التى أصبح عليهـا وحسب الظروف السائدة فى أماكن العرض والتخزين وهى :

١ ـ محلول غراء الأرنب أو الجيلاتين ٠٠ وهو يتكون من :

غراء أرنب أو جيلاتين	١٢ جـم
أحد الصوابين أو المنظفات غير الأيونية	٤٨ر٠ جـم
كحول نقى	٢٤ ملليلترا
جلسرين	٨ ملليلترا
بيتانافثول (محلول كحولى ١٠٪)	٥ر٢ ملليلترا
مـــاء	٣١٥ ملليلترا

ويحضر بالطريقة الآتية :

ينقع الغراء أو الجيلاتين فى الماء البارد حتى ينتفخ ثم يصفى الماء ٠

يضاف الى الغراء أو الجيلاتين بعد ذلك كمية من الماء الساخن مقدارها ١٩٥ سـم٣ مع التقليب المستمر حتى يتم ذوبان الغراء أو الجيلاتين ٠

يذاب الصابون فى ١٢٠ سـم٣ من المـاء الساخن وذلك فى اناء منفصل ٠

يخلط محلولا الغراء والصابون معا ثم يصفى المحلول الناتج من خلال قطعة من قماش الشاش دقيق الفتحات ٠

يضـاف الكحول والجلسرين والبيتانافثول ويقلب المحلول جيـدا ويحفظ فى زجاجة محكمة الغلق ٠

ومن الضرورى تسخين المحلول عند الاستخدام لدرجة ٥٠ درجة م ٠

٢ ـ محلول ٣٪ من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز
Sodium Carboxy methyl Cellulose.

ويحضر هذا المحلول باضافة ٣٠ جم الى لتر من الماء الدافئ ٠٠ ويقلب جيدا حتى يتكون محلول متناسق القوام ٠

٣ ــ محاليل لدائن البولى ميثاكريلات (Polymethacrylates)

وهى احدى اللدائن التى تنتمى الى النــــوع المعروف باسم لدائن الثرموبلاستك (Thermo plastic) أى اللدائن التى تنصهر أو تلين بالحرارة ثم تتجمد ثانية عندما تبرد ٠٠ ومثل هذه اللدائن تكون عادة قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية الا اذا كانت ذات تبلمر عال جدا ٠٠ ولدائن البولى ميثاكريلات ثابتة فى الضوء وقابلة للذوبان فى الطولوين وزيت التربنتين والهيــدروكربونات الأليفاتية التى تحتوى على ٢٥٪ على الأقل من الهيـــدرو ــ كربونات الأروماتية ٠٠ ومن أنواعهـــا الشائعة الاستعمال النوع المعروف بالاسم التجارى البيداكريل (Bedacryl 122 X) وهو يستخدم بعد تخفيفه بالطولوين ٠٠ وتوجد مستحلبات (Emulsion) أساسها لدائن الميثاكريلات تنتجها شركات كثيرة تحت أسماء تجارية منها الروبلكس أ ٠ ج ٣٣ (Rhoplex A-C 33) والبريمال (Primal) وجميع هذه المستحلبات ــ أى المحاليل المائية للدائن البولى ميثاكريلات ــ تحتوى على المادة الصلبة بنسب تتراوح ما بين ٢٠ ، ٢١ ٪ وهى تستخدم فى عمليات الصقل بعد تخفيفها بالمــاء الى نسب التركيز المناســبة للحالة موضوع العلاج ٠

وتستخدم لدائن البولى ميثاكريلات فى عمليات الصقل بعد اذابتها فى المذيبات العضوية بنسب تركيز مناسبة أو بعد تخفيف مستحلباتها بالماء الى درجة التخفيف الملائمة أو على صورة بودرة دقيقة الحبيبات تحضر خصيصا لهذا الغرض بطريقة معينة سوف نتناولها فيما بعد ، أو على هيئة لدائن مشتركة (Copolymer) من المثيل اكريلات (Methyl acrylate) والمثيل ميثاكريلات (Methyl metha crylate) تحضر خصيصا لهذا الغرض بطريقة خاصة سنتناولها أيضا فيما بعد عند الحديث عن طرق اعادة صقل الأوراق القديمة ٠

وفيما يلى سوف نتحدث عن الطرق التى يمكن اتباعها فى عمليات اعادة الصقل تطبيقا على بعض المواد الشائعة الاستخدام فى هذا المجال وذلك على النحو التالى :

صقل الأوراق القديمة باستخدام لدائن الميثاكريلات المشتركة من المثيل اكريلات والمثيل ميثاكريلات ٠

Aqueous Dispersion of the Copolymer of
Methyl Acrylate and Methyl Methacrylate.

والواقع هو أن كلا من لدائن المثيل أكريلات والمثيل ميثاكريلات ينفرد بخصائص مميزة له ، فلدائن الميثاكريلات تعطى بعد جفافها غشاءا شديد الليونة ، أما لدائن المثيل ميثاكريلات فانها تعطى بعد جفافها غشاءا صلبا شفافا ولكنه ثابت من الناحية الكيميائية ، ولذلك فان الجمع بينهما فى صورة لدائن مشتركة (Copolymer) سوف يعطى بعد الجفاف غشاءا يجمع بين خواصهما ومميزاتهما ، وهذا أمر مستحب بطبيعة الحال ٠

وتجرى عملية الصقل باتباع الخطوات الآتيـــة :

١ ـ تحضر لدائن المثيل اكريلات والمثيل ميثاكريلات المشتركة باضافة مونومر المثيل ميثاكريلات (Methyl Methacrylate monomer) الى مستحلب البولى ميثل اكريلات السابق تسخينه الى درجة حرارة ٧٥ درجة م ببطء شديد مع مداومة التقليب بواسطة جهاز تقليب كهربائى حتى يمتزجا تماما ، وبعد ذلك يسخن المزيج لمدة ساعة عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ٠

وقد أثبتت التجارب أنه كلما قلت نسبة المثيل ميثاكريلات كلما زادت ليونة الغشاء الناتج بعد الجفاف وأن أفضـل النتائج يمكن الحصول عليها باضافة مونومر المثيل ميثاكريلات الى مستحلب البولى مثيل اكريلات بنسبة ٥ر٠ الى ١ ٠

٢ ـ يخفف مستحلب لدائن المثيل اكريلات المشتركة بعد تجهيزه بالماء بنسبة ١ : ٢ أو ١ ، ٣ حسب الحالة ٠

٣ ـ يضاف الجلسرين ـ وهو هنا يستخدم كمادة ملدنة ـ الى مستحلب لدائن المثيل اكريلات المشتركة بعد تخفيفه بنسبة ١ : ٤ كما يضاف اليه نقطة بنقطة كمية من محلول النوشادر تكفى لجعله قويا ٠

٤ ـ توضع الأوراق المراد اعادة صقلها على ألواح من الزجاج مبللة بالماء ثم تفرد بالضغط عليها بحذر شديد براحة اليد ٠

٥ ـ تسقى الأوراق بعد فرزها بمستحلب لدائن الميثاكريلات المشتركة بعد تجهيزه على النحو المشار اليه باستخدام فرشاة ناعمة ، وعلى أن يراعى عدم الافراط فى استخدام المستحلب ٠

٦ ـ ترفع الأوراق المعالجة بعد أن تتشرب المستحلب وتوضع بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين ، ثم تنقل الى مكبس يدوى وتظل به الى أن تجف تماما ٠

صقل الأوراق باستخدام بودرة دقيقة الحبيبات من لدائن البولى مثيل ميثاكريلات

لدائن البولى مثيل ميثاكريلات هى نوع من راتنجات الاكريليك وتتميز بشفافيتها الكبيرة وبثباتها الكيميائى ٠٠ وللحصول على بودرة دقيقة الحبيبات من لدائن البولى ميثل ميثاكريلات قابلة للالتصاق بسطح الأوراق المراد صقلها يجب أن تتم عملية استحلاب وبلمرة مونومر المثيل ميثاكريلات (Methyl Methacrylate monomer) فى الماء ٠٠

وتحضر بودرة البولى ميثاكريلات دقيقة الحبيبات على النحو الآتى :

١ ـ توضع كمية مناسبة من ماء ساخن درجة حرارته ٧٠ درجة م فى قارورة من الزجاج مستديرة القاع ويضاف اليه مونومر المثيل ميثاكريلات بنسبة فى حدود ١ : ٥ ببطء شديد مع مداولة التقليب، ثم تضاف اليهما مادة بيركبريتات الأمونيوم (Ammonium persulphate)

وهى تعمل هنا كمادة مستحلبة وكعامل مساعد (Emulsifier and Catalyst)

وذلك بواقع ٥ ٪ بالنسبة لمونومر المثيل ميثاكريلات ٠

٢ ـ يركب على القارورة الزجاجية مكثف مائى (Reflux condenser) وتوضع على حمام مائى درجة حرارته حوالى ٨٥ درجة م لمدة ساعة على الأقل (*) ٠

٣ ـ بعد أن يتم التفاعل وتتكون بودرة البولى مثيل ميثاكريلات دقيقة الحبيبات يرشح الماء أو يصفى وتجفف البودرة فى درجة الحرارة العادية باستخدام تيار من الهواء وبذلك تصبح صالحة للاستعمال فى عملية الصقل ٠

(★) لا بد من التنويه الى أن ظروف العمل الصحيحة فى عملية تحضير بودرة البولى مثيل ميثاكريلات من حيث نسبة مونومر المثيل ميثاكريلات الى الماء وكذلك كمية المادة المستحلبة ودرجة الحرارة المناسبة والوقت الذى يستغرقه التفاعل لا بد وأن تحدد وفق تجارب معملية ، وذلك على أساس أنه لم يمكن الوصول الى مواصفات معينة يمكن العمل وفقا لها فى كل الحالات ٠٠ وعلى أية حال فانه يمكن الحكم على نجاح عملية تحضير بودرة البولى مثيل ميثاكريلات بعدم تكون طورزيتى (Oily phase) كنواتج جانبية أثناء عملية البلمرة ٠٠ ومن ناحية أخرى يمكن الوقوف على حدوث التفاعل عن طريق غمس شريط من الورق فى المحلول ثم رفعه وتجفيفه ٠٠ وتكون بودرة بيضاء شديدة الإلتصاق بسطح الورق يدل دلالة واضحة على انتهاء التفاعل بطريقة سليمة ٠

وتجرى عملية اعادة صقل الأوراق القديمة باستخدام بودرة البولى مثيل ميثاكريلات دقيقة الحبيبات باتباع الخطوات الآتيـــة :

١ ـ بعد الانتهاء من تحضير بودرة البولى مثيل ميثاكريلات توضع الأوراق المراد صقلها على ألواح من الزجاج ثم يغطى سطحها بطبقة رقيقة من هذه البودرة باستخدام فرشاة ناعمة جافة من الوبر ، وذلك عن طريق غمسها فى البودرة ثم المرور بهـا برفق على سطح صحائف الورق الى أن تملأ مسامها ويتغطى سطحها بطبقة رقيقة جـدا من البـودرة ٠

٢ ـ تغطى الأوراق بعد تشبيع مسامها وتغطية سطحها بالبودرة بقماش من الملينكس ثم يضغط عليها بمكواه كهربائية محماه لدرجة حرارة ٨٠ درجة م الى أن تلتصق البودرة بالورق تماما ٠

٣ ـ تقلب صحائف الورق وتعالج من الأسطح الخلفية بنفس الطريقة السابقة ٠

وتعتبر هـذه الطريقة من أفضل الطرق التى يمكن اتباعها لصقل الأوراق القديمة التى تتأثر كتاباتها ونقوشها بالمحاليل المائية أو المذيبات العضـوية ٠٠

ومن ناحيـة أخرى فقد أثبتت التجـارب الكثيرة التى أجريت على الأوراق التى عولجت بهذه الطريقة أن بودرة البولى مثيل ميثاكريلات ليس لها تأثير سيىء على الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية للأوراق المعالجة ٠

صقل الأوراق القديمة بلدائن الميثاكريلات الذائبة فى مذيبات عضوية

ويستخدم فى عمليـــة صقل صـحائف الورق القـــديمة بلدائن الميثاكريلات الذائبة فى المذيبات العضوية النوع الذى ينتج تجاريا تحت اسم البيداكريل (Bedacryl 122 X) بعد تخفيفه الى الدرجة المناسبة باستخدام مزيج من المذيبـات العضـوية مكون من الطولوين والأسيتون والكحول الاثيلى بنسب متســـاوية أو بعـــد تخفيفه باستخدام الداى كلوروائيان ٠

وتجرى عملية صقل الأوراق القديمة فى هذه الحالة باتباع الخطوات الآتيـــة :

١ ـ تفرد الأوراق المراد صقلها على ألواح من الزجاج ٠

٢ ـ يحضر محلول الصقل بنسبة تركيز تتراوح ما بين ٢ ، ٣ ٪ باستخدام المذيبات العضوية السابق الاشارة اليها ٠

٣ ـ ترش الأوراق بمحلول البيداكريل باستخدام مسدس رش مناسب القوة أو باستخدام فرشاة ناعمة ٠

٤ ـ تترك الأوراق لتجف ثم يعالج السطح الآخر بنفس الطريقة ٠

صقل الأوراق القديمة باستخدام محلول غراء الأرنب أو الجلاتين أو باستخدام محلول الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز ـ

ويجرى العمل فى هذه الحالة باتباع الخطوات الآتيـــة :

١ ـ تحضر المحاليل بالطريقة السابق الاشارة اليها ٠

٢ ـ توضع صحائف الورق المراد صقلها على ألواح من الزجاج مبللة بالماء ثم تفرد بالضغط عليها برفق وحذر براحة اليد ٠

٣ ـ تسقى الأوراق بمحاليل الصقل باستخدام فرشاة ناعمة مع مراعاة عدم استخدام محاليل الصقل بكمية تزيد عن القدر الواجب ٠

٤ ـ تترك الأوراق لتجف ثم يعالج السطح الآخر بنفس الطريقة ٠

٥ ـ ترفع الأوراق المعالجة وتوضع بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين ثم تنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظـل به الى أن يتـم فردها تماما ٠

ثانيا ـ عمليـــات التقوية

(أ) التقوية اليدوية :

تقوى الأوراق القديمة التى فقدت قوتها الى درجة كبيرة بتغليفها بنوع شفاف ورقيق جـــدا من الورق يعرف باسم الورق اليابانى أو الأنسجة الورقية اليابانية (Japanese Paper tissue) وباستخدام أحد المواد اللاصقة السابق الاشارة اليها وهى :

ـــ محلول من غراء الأرانب أو الجيلاتين ٠

ـــ محلول ٣٪ من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز ٠

ـــ مستحلبات البولى ميثاكريلات ٠

وتجـرى عملية تقـوية الأوراق القديمة بالطرق اليدوية باتبـاع الخطوات الآتيـــة :

١ ـ توضع الأوراق المراد تقويتها على ألواح من الزجاج مبللة بالماء ثم تفرد بالضغط عليها برفق وحذر براحة اليد ٠

٢ ـ تجهز قطع من الأنسجة الورقية اليابانية بمقاس الأوراق المراد تقويتها ٠

٣ ـ تدهن صحائف الورق بالمادة اللاصقة باستخدام فرشاة ناعمة ثم توضع فوقها قطع الأنسجة الورقية اليابانية ويضغط عليهما بعد ذلك بحذر ورفق براحة اليد حتى يلتصقا تماما ٠

٤ ـ ترفع الأوراق بعد ذلك وتوضع بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين ثم تنتقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن تجف تماما ٠

٥ ـ تعالج الأوجه الأخرى بنفس الطريقة السابقة ٠

ويراعى اختيار الأنسجة الورقية اليابانية التى لا تحجب النقوش والكتابات ٠

(ب) عمليات التقوية الآلية :

كان لابد حيال الكميات المتراكمة والمتزايدة من الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية التى تحتاج الى علاج وترميم من التفكير فى وسائل علاج وترميم أكثر انجازا وأقل تكلفة من الوسائل اليدوية التقليدية التى كانت وما تزال متبعة الى وقتنا الحاضر ، ومن هنا بدأ ادخال وسائل العلاج والترميم الآلية فى هذا المجال ٠٠ ومن بين هذه الوسائل التى استحدثت نجد أن طرق التقوية الآلية قد احتلت مكانا بارزا ٠٠ ويطلق المشتغلون فى هذا الحقل اسم التغليف أو بالانجليزية اسم (Lamination) على هذا النوع من عمليات التقوية ٠

وبالرغم من التنوع والتقدم الهائل الذى حدث فى مجال التقوية الآلية لأوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ، الا أننا نجد أن استخداماتها ما زالت حتى الآن قاصرة على تقوية أوراق الجرائد والدوريات ، وما زالت أغلب المعامل المتخصصة تفضل اتباع طرق العلاج والترميم اليدوية التقليدية فى علاج وترميم أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة ، وذلك على أساس أن المواد التى تستخدم فى عمليات التقوية الآلية من اللدائن الصناعية المكتشفة حديثا والتى لم يمر على استخدامها فى هذا المجال الوقت الكافى الذى يكفل الوقوف على حقيقة التغيرات الكيميائية والطبيعية التى قد تحدث لها بمرور الزمن وما قد يصاحب ذلك من أضرار قد تودى بالوثيقة أو المخطوطة ٠

وفيما يلى سوف نقدم للقارىء سردا موجزا للأساليب المختلفة التى تتبع فى عمليات التقوية الآلية وتطورها والمواد المستخدمة فيها وذلك على النحو التالى :

فى عـــام ١٩٣٠ بدأ المعهد القومى للمعـايرة بالولايات المتحـدة الأمريكية دراسة امكانية تقـوية الأوراق القـــديمة عن طريق تغليفها بصـحائف رقيقـة من مشتقات السليولوز (خـلات السليولوز ونترات السليولوز والسيلوفان) ، سواء عن طريق استخدام مـواد لاصقة أو عن طريق استخدام الضغط والحرارة ٠

وقد انتهى من هذه الدراسة الى استخلاص النتائج الهامة :

١ ـ عـدم صـلاحية الصحائف المصـنوعة من نترات السليولوز لتقوية الأوراق القديمة ، حيث ثبت من التجارب التى أجريت عليها أنهـا تتحلل مكونة حمض النيتريك الذى يؤدى بدوره الى تلف الأوراق المعالجة ٠

٢ ـ عدم صلاحية الصحائف المصـنوعة من السيلوفان لتقوية الأوراق القديمة ، حيث ثبت أن السيلوفان ينكمش انكماشا كبيرا بمرور الوقت مؤديا الى حدوث طيات وكرمشات بالأوراق المعالجة ٠

٣ ـ عدم صلاحية تغليف الأوراق القديمة باستخدام مواد لاصقة ، حيث ثبت من التجارب التى أجريت على الأوراق المعالجة باتباع أسلوب الاسراع الصناعى فى القدم أن الأوراق التى جرى تغليفها باستخدام مواد لاصقة أقل ثباتا من تلك الأوراق التى جرى تغليفها باستخدام الضغط والحرارة ٠٠ ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن المواد اللاصقة قد تغير لونها بمرور الوقت مؤدية الى تغير لون الورق المعالج ذاته، فضلا عن حدوث انفصال بين الأوراق والصحائف المغلفة لها فى بعض الأحيان ٠

٤ ـ صلاحية الصحائف المصنوعة من خلال السليولوز ، وهى من نوع الثرموبلاســتك ، لتغليف الأوراق القـديمة باسـتخدام الضـغط والحرارة اذا ثبت من التجـــارب التى أجريت عليهـا أنها تتخلل بالضغط والحرارة مسـام الورق وتلتصق به جيـدا مكونة نسيجا متجانسا مع الورق ٠

وقد استثمر الأرشيف القومى بالولايات المتحدة الأمريكية النتائج التى توصل اليها المعهد القومى للمعايرة ، وبدأ فى عام ١٩٣٦ فى تقوية الكميات الهائلة من الوثائق التى كانت محفوظة لديه باستخدام صحائف

خلات السليولوز التى بدأ انتاجها صناعيا قبل ذلك بقليـل وباستخدام مكبس هيدروليكى صمم خصيصا لهذا الغرض ·

وتتلخص طريقـة العمل التى اتبعت فى ذاك الوقت فى الخطوات الآتيـــة :

١ ــ توضع صحيفة مصقولة من خلات السليولوز يتراوح سمكها ما بين ٢٢ ، ٢٥ ميكرون على لوح معدنى مصقول ·

٢ ــ توضع الأوراق المراد تقويتها على صحيفة خلات السليولوز المصقولة ·· وفى حالة ما اذا كانت ممزقة تجمع أجزاؤها وتثبت على صحيفة خلات السليولوز عن طريق مسها بفرشاة رفيعة مبللة بالأسيتون ·

٣ ــ تغطى الأوراق التى تجرى عملية تقويتها بصحيفة أخرى مصقولة من خلات السليولوز ثم يوضع فوقها لوح معدنى مصقول ·

٤ ــ تنقل الأوراق وهى على هذا الوضع الى المكبس الهيدروليكى وتكبس لمدة تتراوح ما بين ٣ ، ٢٠ دقيقة حسب الحالة ، وباستخدام قوة ضغط يتراوح مقدارها ما بين ٢٢ ، ١٤٥ كيلو جرام على السنتيمتر المربع ودرجـة حرارة تتراوح ما بين ١٥٠ درجـة ، ١٧٥ درجـة مئـوية · والواقع أن مـدة الكبس وقوة الضغط درجـة الحرارة المستخدمة تعتمد اعتمادا كبيرا على نوعيـة الأوراق المراد تقويتهـا ودرجة مساميتها وعلى حجم وتصميم المكبس الهيدروليكى ·

وقد تمكن الأرشيف القومى بالولايات المتحدة باتباع هذه الطريقة من تقوية ٤٠٠ر٠٠٠ وثيقـة سنويا ، الأمـر الذى لم يكن ممكنا باتباع الطرق اليدوية التقليدية ·

وفى عام ١٩٣٩ قام بارو كبيرالمرممين بمكتبة ولاية فرجينيا بتصميم آلة جـديدة لتغليف وتقوية صحائف الورق القـديمة بصحائف خـلات السليولوز أصغر حجما وأكثر سرعة من المكبس الهيدروليكى الذى استخدم من قبل فى الأرشيف القومى بالولايات المتحـــدة وتعرف الآن باســـم (Barrow Laminator) وتتكون من لوحين كبيرين من الألومنيوم ودرفيلين دوارين من الصلب وتسخن وتعمل بالكهرباء ··

ومن ناحية أخرى أجرى بارو تعديلا على الطريقة التى كانت متبعة من قبل بحيث أصبحت عملية تغليف وتقوية الورق تتم على النحو التالى :

١ ــ توضع صــحائف الورق المراد تقويتها وتغليفهـا بين صحيفتين من خـلات السليولوز بعـد تدعيمها من الوجهين بورقتين من الأنسجة الورقية اليابانية أو الكريبيلين ·

٢ ـ تنقل صحائف الورق وهى على هذا الوضع الى قالب من ورق كرتون مبطن من الداخل بورق معالج غير قابل للالتصاق بصحائف خلات السليولوز ٠

٣ ـ يوضع قالب الكرتون وبداخله صحائف الورق التى تجرى تقويتها بين لوحى الألومنيوم بعد تسخينهما لدرجة حرارة تتراوح ما بين ١٥٠ درجة ، ١٧٥ درجة مئوية لمدة ٢٥ ثانية ٠

٤ ـ يوضع قالب الكرتون وبداخله صحائف الورق مباشرة بين الدرافيل الدوارة حيث يتم كبسه وهو ما يزال ساخنا فيتلتصق صحائف الورق القديمة بصحائف خلات السليولوز ويتم تغليفها وتقويتها ٠

وقد أمكن باتباع طريقة بارو تقوية ١٢٥ وثيقة فى الساعة الواحدة ، ولهذا فقد انتشرت انتشارا واسعا بحيث أصبحت تستخدم فى أغلب مراكز العلاج والترميم ٠

وفى عام ١٩٤٣ أدخل بارو تعديلا آخر على الطريقة التى سبق ان استحدثها فى عام ١٩٣٩ ٠٠ ويقضى هذا التعديل بضرورة معادلة حموضة الأوراق القديمة ، وهى من أهم أسباب تلف الورق ، قبل تغليفها بصحائف خلات السليولوز ، وذلك عن طريق غمرها فى محلول هيدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير) نسبة تركيزه ١٥ر٠ ٪ لمدة عشرين دقيقة ثم غمرها بعد أن ترفع من محلول هيدروكسيد الكالسيوم فى محلول من بيكربونات الكالسيوم نسبة تركيزه ٢ر٠ ٪ لمدة عشرين دقيقة أخرى ٠٠ وبهذه الطريقة تتم معادلة حموضة الورق وبالاضافة الى ذلك سوف تتحول الكمية الصغيرة من هيدروكسيد الكالسيوم التى تظل عادة بالورق بعد معادلة حموضته الى كربونات الكالسيوم التى تلتصق بالورق وتمنع اصابته بالحموضة مرة أخرى ٠

وقد استمرت بعد ذلك عمليات تقوية الورق بالطرق الآلية فى التطور سواء فى الآلات أو المواد المستخدمة وفى أساليب العمل ذاتها ٠٠ وعلى سبيل المثال :

قام مركز الترميم التابع لمكتبة لينينجراد بالاتحاد السوفيتى بادخال عدة تحسينات على طرق التقوية الآلية عن طريق استخدام صحائف من البولى اثيلين فى تقوية أو تغليف الأوراق القديمة ٠

وحسب ما يرى القائمون بأعمال العلاج والترميم بمركز العلاج والترميم بمكتبة لينينجراد تتميز صحائف البولى اثيلين عن غيرها بالمميزات الآتيـــة :

١ ـ يتراوح الوقت الذى تستغرقه عملية التغليف ما بين ثلاثين ثانية ودقيقة واحدة ٠

٢ ـ تتطلب عملية التغليف درجة حرارة تتراوح ما بين ١٠٠ درجة ، ١١٥ درجة مئوية وضغطا مقداره ٥ر٤ كيلو جرام على السنتيمتر المربع ٠

٣ ـ ازدادت متانة الأوراق المغلفة بصحائف البولى اثيلين زيادة كبيرة حتى بعد أن أجريت لها عمليات اسراع صناعى فى القدم لمدة ثلاثة أيام عند درجة حرارة ١٠٠ درجة مئوية ، فقد بلغت الزيادة فى مدى تحمل الأوراق المغلقة للطى ٢٠٠ ضعفا ٠٠ وفى نفس الوقت زادت قابلية الأوراق المعالجة للمط ، كما زادت مقاومتها للتمزق زيادة كبـيرة ٠

٥ ـ يمكن ازالة صحائف البولى اثيلين عند حدوث أية أخطاء فى عملية التغليف ، وذلك عن طـريق غمر الأوراق المعـالجة فى البنزول أو الطولوين بعد تسخينه الى درجة حرارة مقدارها ٧٥ درجة م ٠

فى عـام ١٩٥٥ قام المختصون بأعمال العلاج والترميم بالأرشيف القومى بالولايات المتحدة الأمريكية بادخال عدة تحسينات على الطريقة التى تستخدم فيها صحائف من خلات السليولوز لتغليف الأوراق القديمة ، وذلك على أساس ما ثبت لديهم من أن صحائف خلات السليولوز ـ بالرغم من مميزاتها الكثيرة ـ لا تؤدى الى زيادة مقـــاومة الأوراق المعالجة بهـا للتمزق ٠٠

وتتلخص هذه التحسينات فى الأمور الآتية :

١ ـ استخدام أفرخ من الأنسجة الورقية اليابانية (Japanese tissue) بالاضـافة الى صحائف خـلات السليولوز فى عمليـة تغليف وتقوية الأوراق القديمة ٠

وتستخدم الأنسجة الورقيـة اليابانية بغرض زيادة مقـاومة الأوراق المعالجة للتمزق ٠٠ وتتم عملية التقوية بأن توضع صحائف الورق المراد تغليفها بين صحائف نترات السليولوز ثم توضع وهى على هذا الوضع بين أفرخ الأنسجة الورقية اليابانية ، وأخيرا توضع فى المكبس الهيدروليكى أو آلة بارو للتغليف وتكبس عند درجـة الحرارة وكمية الضغط المناسبة ٠

وبهذه الكيفية تعمل صحائف خلات السليولوز بالاضافة الى

تقوية الأوراق القديمة كمادة لاصقة تربط بين الأوراق القديمة وبين الأنسجة الورقية اليابانية ·

٢ ـ الاكتفاء بدرجة حرارة لا تزيد عن ١٥٠ درجة مئوية وبكمية ضغط تتراوح ما بين ٢٢ ، ٣٦ كيلو جرام على السنتيمتر المربع ·

٣ ـ اختصار الوقت اللازم للتغليف الى دقيقتين ·

فى السنوات الأخيرة استحدث مركز الترميم بالأرشيف القومى بالهند طريقة جديدة لتغليف الوثائق وغيرها من المقتنيات دون حاجة الى حرارة أو كمية ضغط كبيرة ، وذلك باستخدام الأنسجة الورقية اليابانية وصحائف من خلات السليولوز وباتباع الطريقة الآتية :

١ ـ توضع الوثائق أو الأوراق المراد تغليفها بين صحائف من خلات السليولوز ثم بين أفرخ من الأنواع تامة الشفافية من الأنسجة الورقية ·

٢ ـ توضع الوثائق أو الأوراق وهى على هذا الوضع على ألواح من الزجاج ·

٣ ـ تبلل أفرخ الأنسجة الورقية اليابانية بكمية صغيرة من الأسيتون باستخدام مسدس رش أو بخاخة فم بحيث تكفى كمية الأسيتون المستخدمة لتطرية وإنتفاخ صحائف خلات السليولوز ·

٤ ـ بعد أقل من دقيقتين تقلب الأوراق ويرش سطحها الآخر بالأسيتون باتباع نفس الطريقة السابقة ·

٥ ـ توضع الأوراق بعد ذلك مباشرة بين ورقتين من الأوراق المعالجة بشمع البرافين أو بالراتنج السيليكونى ثم تنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به مدة لا تقل عن ثلاث ساعات حتى يتم التصاق الأوراق أو الوثائق بصحائف خلات السليولوز وصحائف الأنسجة الورقية اليابانية ·

وتتميز الطريقة التى استحدثها مركز الترميم بالأرشيف القومى بالهند بالمميزات الآتية :

(أ) تبدو الكتابات والنقوش أكثر وضوحا وبهاء بعد العلاج ·

(ب) تقل احتمالات اصابة الأوراق والوثائق المعالجة بهذه الطريقة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ·

(جـ) يتم تثبيت الكتابات والنقوش التى تتأثر بالماء أو بالمحاليل المائية ٠

(د) تقل نفاذية الأوراق المعالجة بهذه الطريقة للماء والغازات بدرجة كبيرة وان كانت بدرجة أقل من الأوراق التى تغلف باستخدام الحرارة والضغط ٠

(هـ) يتزايد تحمل الأوراق المعالجة بهذه الطريقة للطى بدرجة أكبر من تزايد تحمل الأوراق التى تغلف باستخدام الحرارة والضغط ٠

(و) غير مكلفة ولا تحتاج الى معدات غالية الثمن ٠

وبعد هذا السرد الموجز الذى تناولنا فيه عمليات التقوية الآلية وأوضحنا فيه أهم مراحل تطورها سواء فى الآلات أو المواد المستخدمة أو فى أساليب العمل ذاتها يمكن القول بأن عمليات التقوية الآلية تنقسم من وجهة النظر العملية أو التطبيقية الى ثلاث أقسام رئيسية هى :

- عمليات التقوية أو التغليف التى تستخدم فيها الحرارة والضغط ودون استخدام مواد لاصقة ٠٠ ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Heat Lamination) أو (Heat Sealing) ٠
- عمليات التقوية أو التغليف بصحائف من لدائن البلاستك السابق معالجة أحد أوجهها بمواد لاصقة ويستخدم فيها الضغط فقط ٠٠ ويطلق عليها بالانجليزية اسم (dry mounting) ٠
- عمليات التقوية أو التغليف بصحائف من لدائن البلاستك بعد تطريتها بالمذيبات العضوية ويستخدم فيها الضغط فقط ٠٠ ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Solvent Lamination) ٠

وقبل أن نتناول هذه الطرق ــ ولو بشىء من الايجاز ــ بغرض التركيز على خصائص ومميزات كل منها ، يهمنى أن أبين للقارىء أهم الاعتبارات التى يجب مراعاتها عند القيام بعمليات التقوية الآلية ، وهذه الاعتبارات هى :

١ ــ يجب أن تتصف عمليات التغليف أو التقوية الآلية ــ من حيث المواد المستخدمة أو الأساليب المتبعة ــ بالثبات الكيميائى والطبيعى ٠٠ أى أنها يجب أن تكون من حيث تركيبها الكيميائى وخواصها الطبيعية قادرة ولآماد طويلة على مقاومة عوامل التلف القائمة أو المتوقعة فى ظروف العرض والتخزين السائدة فى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية ٠

٢ ـ يجب أن تتصف عمليات التغليف أو التقوية الآلية ـ من حيث المواد المستخدمة والأساليب المتبعة ـ بالمرونة والمتانة حتى تكون قادرة على مقاومة أو تحمل عوامل التلف الميكانيكى المترتبة على التناول أو الاستعمال ٠

٣ ـ يجب أن تترتب على عمليات التغليف أو التقوية الآلية زيادة كبيرة فى الصلابة الميكانيكية للأوراق المعالجة وأن تكفل لها الحماية والبقاء وألا يترتب عليهـا فى نفس الوقت زيادة كبيرة فى سـمك الأوراق المعالجة ٠

٤ ـ يجب ألا يترتب على عمليات التغليف أو التقوية الآلية طمس للكتابات والنقوش ٠

٥ ـ يجب أن تتلاءم وتتجانس المواد المستخدمة فى عمليات التقوية الآلية ـ من حيث تركيبها الكيميائى وخواصها الطبيعية ـ مع مادة الوثيقة أو المخطوطة أو الكتابة بحيث لا يترتب على استخدامها حدوث تفاعلات تضر بالأوراق المعالجة ٠

٦ ـ يجب اختيار المواد والأساليب التى يمكن معها ازالة الغشاء المقوى للأوراق المعالجة عند وقوع أية أخطاء فى عملية التقوية بوسائل بسيطة لا يترتب عليها حدوث تلف للوثيقة أو المخطوطة أو الكتاب التى تجرى تقوية أوراقه ٠

٧ ـ يجب اختيـــار مـواد التقوية وأساليب العمـل غير المكلفة والتى لا تستغرق وقتا كبيرا ٠

عمليات التقوية باستخدام الحرارة والضغط
Heat Lamination

استحدثت هذه الطريقة نتيجة لسلسلة الدراسات التى قام بهـا معهد المعايرة الأمريكى وبدأ تطبيقها فى الأرشيف القومى بالولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٩٣٦ ٠

وقد استخدمت فى عمليات التقوية بهذا الأسلوب صحائف من خلات السليولوز ومكبس هيدروليكى صمم خصيصا لهذا الغرض ٠

وقد تطورت هذه الطريقة تطورا كبيرا مع الزمن ، ففى عام ١٩٣٩ أدخل بارو كبير المرممين بمكتبة ولاية فرجينيا الأمريكية تحسينا كبيرا عليها عن طريق تصميمه لآلة جديدة أبسط تشغيلا وأكثر كفاءة وأقل

تكلفة وأكثر أمانا من المكبس الهيدروليكى السابق استخدامه .. ويطلق عليه اسم (Barrow Laminator) وفى عام ١٩٤٣ أدخل بارو تعديلا آخر يقضى بضرورة معادلة حموضة الأوراق القديمة وذلك عن طريق غمرها فى محلول هيدروكسيد الكالسيوم درجة تركيزه ١٥ر٠ ٪ ثم غمرها بعد أن ترفع من محلول هيدروكسيد الكالسيوم فى محلول من بيكربونات الكالسيوم درجة تركيزه ٢ر٠ ٪ .

وقد انتشرت هذه الطريقة انتشارا واسعا فى مراكز علاج وترميم الكتب والمخطوطات والوثائق فى أجزاء كثيرة من العالم .. ففى ألمانيا الغربية تجرى تقوية الأوراق القديمة باستخدام صحائف من خلات السليولوز تنتجها خصيصا لهذا الغرض شركة « لانز » (Lanzwerke, Weil am Rhein) تحت الاسم التجارى الترافان (Ultraphan H. K.) ويستخدم فى عملية التغليف مكبس هيدروليكى بدرافيل دوارة تقوم بانتاجه حاليا شركتى كارك هينكا وبرلينجوفن (Karl Hennecke), (Birlinghove/Siegkreis) تحت الاسم التجارى (Kaschier machine K 12) وتتم عملية التغليف عند درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية وباستخدام ضغط مقداره ٣٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع وتستغرق ٢٠ ثانية .

وفى معهد الترميم التابع للمكتبة المركزية بروما (Instituto di Patologia del Libro) تجرى عملية التقوية بهذه الطريقة منذ عام ١٩٥٤ باستخدام صحائف من كلوريد البولى فنيل (Polyvinyl chloride) أو من خلات السليولوز .. ويستخدم فى عملية التغليف مكبس هيدروليكى قام بتصميمه روجيرو (Ruggiero) خصاصا لهذا الغرض .

وفى السنوات الأخيرة بدأ مركز الترميم التابع لمكتبة ليننجراد بالاتحاد السوفيتى فى اتباع هذه الطريقة باستخدام صحائف من البولى اثيلين (Polyethylene) وتجرى عملية التغليف باستخدام مكبس هيدروليكى عند درجة تتراوح ما بين ١١٠ درجة ، ١١٥ درجة مئوية وضغط مقداره ٥ر٤ كيلو جرام على السنتيمتر المربع وتستغرق وقتا يتراوح ما بين ٣٠ ثانية ودقيقة واحدة .

ومن المميزات الرئيسية الهامة لهذه الطريقة انها تكفل تقوية كميات هائلة من مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فى وقت قصير وبمجهود وتكاليف قليلة نسبيا .. وفيما يختص بصلاحية هذه الطريقة لاغراض العلاج والترميم نجد أنها مستخدمة فى هذا المجال منذ أكثر من ٢٥ عاما وبنتائج مرضية ، فلم تظهر حتى الآن شواهد أو أعراض

تلف للكميات الهائلة من الوثائق والمخطوطات والجرائد والدوريات التى عولجت بها ٠٠ ولعل هذا ناتجا من أن هذه الطريقة أو هذا الأسلوب يؤدى الى تداخل المواد المستخدمة فى التغليف أو التقوية فى مسام الورق والتصاقها به جيدا مكونة معه نسيجا متجانسا فى خواصه الفيزيو ـ ميكانيكية ٠

وبالرغم من المميزات الكثيرة لهذه الطريقة فانه يوجه اليها نقد كثير انطلاقا من كون صحائف خلات السليولوز ، وهى المادة الشائعة الاستعمال تحتوى على مواد ملدنة بنسبة تتراوح ما بين ١٥ ، ٢٠ ٪ فى صورة سائل نشط (Active Solvent Plasticiser) حيث يقوم احتمال فقد هذه المواد الملدنة عند حدوث أية تغيرات فى الخواص الطبيعية للغشاء المغلف لصحائف الورق المعالجة ، وهذا أمر سوف يؤدى بطبيعة الحال الى أن تفقد الأغشية لدونتها مؤدية الى اختلال التجانس فى الخواص الفيزيو ـ ميكانيكية بينها وبين الأوراق المعالجة بها ٠

ومن العيوب البارزة فى هذه الطريقة احتياجها الى معدات باهظة التكاليف واحتياجها الى درجات حرارة عالية قد تؤدى الى تلف الورق عند الاهمال فى ازالة أو معادلة حموضة الأوراق المراد تقويتها ، الأمر الذى يحتم القيام بعملية معادلة أو ازالة الحموضة قبل تقوية أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بهذا الأسلوب ٠

عمليات التقوية باستخدام المواد اللاصقة والضغط
Dry Mounting

وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من لدائن البلاستك السابق معالجة أحد أوجهها بمواد لاصقة ، ويستخدم فيها الضغط فقط أو الضغط عند درجات حرارة منخفضة ٠

ولقد كانت هذه الطريقة تستخدم أساسا فى الصناعة وفى الأغراض التجارية ، الا أنه قد أمكن تطبيقها فى مجال علاج وترميم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ٠

وتجرى عملية تغليف الأوراق القديمة بهذه الطريقة باتباع أساليب العمل الآتيـــة :

١ ـ أسلوب أو طريقة موران : (Morane Process)

وقد استحدثت هذه الطريقة بواسطة شركة موران للبلاستك Morane Plastic company Ltd., Ashford, Middlesex ; England.

وتنتج الشركة نوعين من صحائف البلاستك ، أحدهما مصنوع من خلات السليولوز ويعطى سطحا لامعا ، أما الثانى فمصنوع من ثلاثى خلات السليولوز (Gellulose triacetate) ويعطى سطحا نصف لامع أو نصف مطفى (Semi matt) وهو الأنسب فى مجال تقوية الوثائق والمخطوطات .

وتتم عملية التغليف بوضع الأوراق المراد تقويتها بين صحيفتين من هذه الأنواع من البلاستك على أن تكون الأوراق ملاصقة للأسطح المعالجة بالمواد اللاصقة ثم يضغط فوقها بشدة بمكواة كهربائية محماة لدرجة حرارة ٨٠ درجة مئوية ، وذلك بعد وضع الأوراق وهى على هذا النحو بين فرخين من الملينكس أو الورق الحرارى المعالج بمواد تمنع النصاقه بصحائف البلاستك المستخدمة فى التغليف .

٢ ـ اسلوب او طريقة ميبوفولى : (Mepofolie Process)

وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من البلاستك مصنوعة من كلوريد البولى فنيل (Polyvinyl chloride) تنتجها شركة ألفريد شفارتز بألمانيا الغربية .

(Alfred Schwartz, Werke, Alten bruck, Cologne, West Germany.

وتجرى عملية التغليف أو التقوية بوضع الأوراق المراد علاجها بين صحيفتين من صحائف البلاستك ، على أن تكون ملاصقة للأسطح المعالجة بالمادة اللاصقة ثم كبسها فى مكبس يدوى أو آلى عند درجة الحرارة العادية .

وقد استخدمت هذه الطريقة منذ عام ١٩٣٩ لتقوية كميات هائلة من وثائق وخرائط الجيش الألمانى .. وفى نفس الوقت فقد استخدمت بدرجة محدودة فى علاج مقتنيات الأرشيف فى ميونيخ ودسلدورف وأولدينبرج بألمانيا الغربية .

٣ ـ اسلوب او طريقة جينوثيرم : (Genotherm Process)

وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من البلاستك مصنوعة من كلوريد البولى فنيل تنتجها شركة أنورجانا بألمانيا الغربية
Fa. Anorgana G. m.b.H. of Munich, W. Germany
تحت الاسم التجارى جينوثيرم هـ . س (Geno therm H. S.) .

وتجرى عملية التغليف أو التقوية بوضع الأوراق المراد تقويتها بين

صحيفتين من الجينوثيرم على أن يواجـه الورق الأسطح المعـالجة بالمواد اللاصقة ثم يضغط فوقها بشدة بمكواة كهربائية محماة لدرجة ٧٠ درجة مئوية بعد وضع الأوراق وهى على هذا النحو بين فرخين من الورق الحرارى المعـالج بمواد تمنع التصاقه بالجينوثيرم ويمكن استخدام آلة التغليف الأوتوماتيكية المعروفة باسم (Eichner Thermofilmer) التى تنتج فى ألمانيا الغربية بمعرفة الشركة المذكورة .

٤ ـ أسلوب أو طريقة بوستيليب دوبلكس :
(Postilip Duplex process)

واستحدثت هـذه الطريقة فى السـنوات الأخيرة بواسطة لانجويل (Langwell) وتستخدم حاليا فى مكتب السجلات المدنية بلندن .

ويستخدم فى هذه الطريقة نوع معين من نسيج ورقى يتميز بأليافه القوية مشبع بخلات الفنيل المبلمرة (Polyvinyl acetate) وبخلات الماغنسيوم ، وهى تضاف بغرض معادلة حموضة الورق .

وتتميز هذه الطريقة بأنها تقوى الأوراق وبأنها تعادل حموضتها فى نفس الوقت .. وتجرى عملية التقوية بوضع الأوراق المراد تغليفها أو تقويتها بين فرخين من النسيج الورقى المشبع بخلات الفنيل المبلمرة ثم الضغط عليها بشدة بمكواة كهربائية محماة لدرجة حرارة حوالى ٨٥ درجة مئوية بعد وضع الأوراق التى تجرى تقويتها بين ورق حرارى معالج بحيث لا يلتصق بالنسيج الورقى المشبع بخلات الفنيل المبلمرة ، وذلك فى حالة عدم توفر آلات التغليف المناسبة .

٥ ـ أسـلوب أو طريقة ديسبرو : (Dispero Process)

تستخدم فى هذه الطريقة صحائف من البلاستك أحد أوجهها مغطى بمواد لاصقة من راتنج الاكريلات (Acrylate resin) تنتجها لهذا الغرض شركة ديسبرو بانجلترا .
Dispro Ltd. of Basildon, Essex, England.

وتقوم الشركة بانتاج أربعة أنواع من صحائف البلاستك لاستخدامها فى تقوية أو تغليف الكتب والمخطوطات والوثائق هى :

١ ـ نسيج ورقى قوى الألياف مشبع بلدائن من البلاستك .

٢ ـ صحائف ملدنة من كلوريد البولى فنيل ويطلق عليها الاسم التجارى ترانز باسيل (Trans paseal) .

٣ ـ صحائف من خلات السليولوز ويطلق عليها الاسم التجارى ترانز باسين (Transpasene) •

٤ ـ صحائف من الترى فثالات البولى اثيلين (Polyethylene terephthalate)

ويطلق عليها الاسم التجارى ترانزباشين (Transpasheen)

وتجرى عملية التقوية باستخدام آلة تغليف خاصة تعرف باسم (Ronoscaler Lamination machine) ويوجد منها نوعان، أحدهما يدار بالكهرباء عن طريق التحكم اليدوى ، أما الثانى فيدار أوتوماتيكيا ، وكلاهما من الآلات ذات الدرافيل الدوارة التى تكبس بينها الأوراق التى يجرى تغليفها •

وتتم عملية التغليف باستخدام الضغط فقط وفى درجة الحرارة العادية •• ومن عيوب هذه الطريقة انها تكسب الأوراق المعالجة لمعانا غير مستحب •

والواقع هو أن هذا النوع من عمليات التقوية يتميز بأن عملية التغليف تتم اما بدون حرارة أو عند درجات حرارة منخفضة ، فضلا عن كونها لا تحتاج الى آلات أو معدات غالية الثمن •• وبالرغم من ذلك فانها لا تصلح لتغليف الأعداد الهائلة من الجرائد والدوريات التى توجد عادة بدور الكتب ، وذلك بسبب طاقتها الانتاجية المحدودة •

ومن أبرز عيوب هذه الطريقة ما يحدث للمواد اللاصقة من تغيرات كيميائية تؤدى بمرور الوقت الى ضياع كفاءتها وتغير لونها مما يؤثر على الخواص الضوئية للأوراق المعالجة •

عمليات التقوية باستخدام مذيبات عضوية
Solvent Lamination

مما لا شك فيه أن عمليات التغليف والتقوية السابق الاشارة اليها تحتاج الى معدات باهظة التكاليف ، الأمر الذى قد يكون خارجا عن حدود القدرة المالية لكثير من دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية •• وبالاضافة الى ذلك فان عمليات التقوية هذه تتطلب فى أغلب الحالات استخدام درجات حرارة مرتفعة ، الأمر الذى قد ينطوى على خطورة ربما تظهر بوادرها بمرور الزمن •

وبطبيعة الحال وازاء هذه الاعتبارات فانه يكون من المنطقى اعتبار عمليات التقوية (التغليف) باستخدام المذيبات العضوية واحدة من أفضل

وأضمن الطرق التى يمكن اتباعها فى علاج وترميم أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ٠

وتستخدم المذيبات العضوية فى هذه الطريقة بغرض تليين صحائف لدائن البلاستك ، ومن ثم يمكن التصاقها بالأوراق المطلوب تقويتها عنـد الضغط عليهـا باستخدام مكابس يدوية أو آليـة حسب الامكانيات المتـاحة٠

ويوجد طريقتان أو أسـلوبان لتغليف الأوراق القديمة باستخدام المذيبات العضوية وهما :

الطريقة الأولى :

وتعرف باسم الطريقة الهندية (Indian Technique) وقد استحدثت هذه الطريقة فى عام ١٩٥٥ فى مركز الترميم التابع للأرشيف القومى فى الهند بواسطة كل من جويل وكاثاباليا (Ceol and Kathapalia) وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من خلات السليولوز الملدنة ٠

وتجرى عملية التغليف باتباع خطوات العمل التى سبقت الاشارة اليها ٠

الطريقة الثانية :

وتعتبر هذه الطريقة تطويرا لأسلوب أو طريقة بوستيليب دوبلكس السابق الاشارة اليها والتى يستخدم فيها نوع معين من نسيج ورقى يتميز بأليافه القوية مشبع بخلات الفنيل المبلمرة وخلات الماغنسيوم ٠

وتجرى عمليـة التغليف باتباع هـذه الطريقة بوضع الأوراق المراد تقويتها بين فرخين من النسيج الورقى المذكور ثم وضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة خمس دقائق ٠٠ ويلى ذلك رفع الأوراق من المكبس وتشريب النسيج الورقى بكمية صغيرة من الأسيتون أو الكحول المثيلى أو ثلاثى كلوريد الاثيلين بالقدر الذى يكفى لتطرية النسيج الورقى ٠٠ وأخيرا توضع الأوراق على هذا النحو فى المكبس اليدوى وتترك به حتى تتماسك تماما ٠

ويستخدم فى عمليـة الكبس نوع من الورق المعـالج بطريقة تمنع التصاقه بالنسيج الورقى المستخدم فى عملية التغليف ٠

ويتضح لنا من سياق الحديث أن الميزة الكبرى فى عمليات التقوية باستخدام المذيبات العضوية هى فى عدم احتياج هـذه الطريقة لاستخدام الحرارة أو قدر كبير من الضغط ، وهو أمر له أهميته القصوى ، خاصة

عند تغليف الوثائق ذات القيمة الفريدة أو عند تغليف الوثائق المتآكلة التى لا تحتمل الحرارة والقدر الكبير من الضغط الذى تتطلبه الطرق الأخرى •

وفى نهاية الحديث عن عمليات التقوية الآلية لا يفوتنى أن أنوه الى البحث القيم الذى أجراه ورنر (A. E. Werner) فى هذا الصدد وانتهى فيه الى استخلاص النتائج الآتيـــة :

١ ـ تعتبر الصحائف المصنوعة من خلات السليولوز أفضل اللدائن التى يمكن استخدامها بأمان فى عمليـات تغليف أو تقـوية الوثائق والمخطوطات والكتب ذات القيمة الفريدة •

٢ ـ لا يجب استخدام الصحائف المصنوعة من لدائن كلوريد البولى فنيل فى تغليف أو تقـوية الوثائق والمخطوطات والـكتب ذات القيمـة الفريدة •

٣ ـ تعتبر طريقة بارو بعد التعديلات التى أدخلت عليها فى عام ١٩٤٣ والتى تتضمن معـادلة حموضة الورق من أكثر طرق التغليف أو التقوية أمانا حيث لم تظهـر على الأوراق المعالجة بها بوادر تلف حتى الآن •

٤ ـ يتحتم معادلة حموضة الورق قبل القيام بعمليات التغليف •

٥ ـ أثبتت الطريقة الهندية صلاحيتها التامة فى تقوية أو تغليف الوثائق والمخطوطات والكتب التى لا تتمل درجات الحرارة والضغط العالية •

٦ ـ تعتبر طريقتـا بوستيليب دوبلكس وديسبرو من طـرق التقـوية والتغليف المأمونة وان كانتا تحتاجان الى مزيد من الدراسة •

ثامنا ـ اصلاح التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة

اولا ـ ترميم الثقوب :

تملأ الثقوب التى قد تتواجد بالأوراق القديمة باستخدام عجينة من ورق غير حمضى تحضر بالطريقة الآتيـــة :

١ ـ تقطع كمية كافية من ورق النشاف الأبيض اللون الى أجزاء صغيرة جدا ثم توضع فى قليل من الماء وتظل به مدة ١٢ ساعة •

٢ ـ يقلب ورق النشاف بعد ذلك باستخدام جهاز تقليب كهربائى الى ان يتحول الى عجينة متناسقة القوام •

٣ — يضاف الى عجينة الورق بعد تجهيزها بنسبة ٥٪ من حجمها محلول من الصوديوم مثيل كاربوكسى سليولوز درجة تركيزه ٥٪ ، وكذلك قليل من محلول مركز من الجيلاتين ثم تقلب جيدا ٠

ويتم العمل فى ملء الثقوب على النحو التالى :

(أ) توضع صحائف الورق القديمة المراد ترميم الثقوب الموجودة بها على ألواح من الزجاج وتندى برزاز من الماء ثم تسد الثقوب بالنـوع المناسب من الأنسجة الورقية اليابانية (Japanese tissue) باستخدام مادة لاصقة تحضر باذابة الصوديوم مثيل كاربوكسى سليولوز (الليسولين) فى ماء دافىء بنسبة ٥٪ ، ثم تترك لتجف ٠

(ب) تقلب الأوراق بعد جفافها وتملأ الثقوب بعجينة الورق وتترك حتى تجف قليلا ٠

(ج) يعاد ملء الثقوب بعجينة الورق الى أن يزيد مستوى سطحها قليلا عن مستوى سطح صحيفة الورق ٠

(د) توضع الأوراق قبل أن تجف الأماكن المعالجة تماما بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين وتنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن تجف تماما ٠

(هـ) تلون أماكن الثقوب باللون الذى يتناسـب مع لون الورق القديم ، ويفضل استخدام ألوان مائية (اكواريل) فى عملية التلوين ٠

ثانيا ـ تكملة الأجزاء الناقصة

تكمل الأجزاء الناقصة من صحائف الورق القديمة باستخراج أنواع خاصة من الأنسجة الورقيـة اليابانية تتفق فى خواصـها الطبيعيـة مع الخواص الطبيعية للأوراق القديمة ٠

ويتم العمل باتباع الخطوات التالية :

١ — توضع الأوراق المراد تكملة الأجزاء الناقصة بها على ألواح من الزجاج مغطاة بالنايلون وتندى برزاز من الماء ثم تفرد بحذر ورفق براحة اليـــد ٠

٢ — توضع قطع الأنسجة الورقية اليابانية المعدة لتكملة الأجزاء الناقصة تحت مواضع الأجزاء الناقصة مباشرة وبحيث تكون الألياف فى كل منهما متوازية ٠

٣ ـ تحدد حدود الأجزاء الناقصة على قطع الأنسجة الورقية اليابانية المعدة لتكملتها ٠

٤ ـ ترفع الأنسجة الورقية اليابانية ويقص منها الجزء الزائد عن مساحة الأجزاء الناقصة فيماعدا حوالى ٢ مم فى كل اتجاه وذلك لاستخدامها فى اللصق ٠

٥ ـ ترقق حواف الأجزاء الناقصة ، كما ترقق أيضا أطراف قطع الأنسجة الورقية اليابانية المجهزة لتكملتها باستخدام مشرط حاد وبالطريقة الموضحة بالرسم ٠

٦ ـ تدهن حواف وأطراف كل من الأوراق المراد تكملة أجزائها الناقصة وقطع الأنسجة الورقية اليابانية المجهزة لتكملتها بالمادة اللاصقة ٠٠ ويمكن استخدام أحد المواد اللاصقة الآتية :

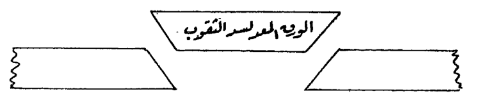
ـــ محلول من الصوديوم مثيل كاربوكسي سليولوز (الليسولين) درجة تركيزه ٥ ٪ ٠

ـــ مستحلب البولى مثيل ميثاكريلات بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١ : ٤ ٠

ـــ مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١ : ٤ ٠

ثم يلصقا معا وتزال الكمية الزائدة من مادة اللصق باستخدام قطعة من القماش المبلل بالماء ٠٠ وأخيرا تترك لتجف قليلا ٠

٧ ـ توضع صحائف الورق وهى على هذا النحو بين فرخين من الورق المشبع بشمع البرافين ثم تنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به حتى تجف المادة اللاصقة تماما ٠



« رسم يوضح كيفية تكملة الأجزاء الناقصة وتجهيز الأوراق المستخدمة فى تكملتها »

ثالثا ـ اصـــلاح التمزقات

يستخدم فى عملية اصـلاح التمزقات أنواع خاصـة من الأنسجة الورقية اليابانية تتميز بشفافيتها وقوة أليافها ٠

وتجرى عملية الاصلاح على النحو التالى :

١ ـ توضع صحائف الورق القديمة المراد اصلاح ما بها من تمزقات على ألواح من الزجاج ثم تندى برزاز من الماء وتفرد بحذر ورفق براحة اليد وأطراف الأصابع حتى تلتئم أطراف التمزقات تماما ٠

٢ ـ تجهز شرائط من الأنواع المناسـبة من الأنسجة الورقية اليابانية بحيث لا يزيد عرضها عن عرض التمزقات الا بمقدار ٢ مم من كل ناحية وعلى أن تنفش أطرافها بأظافر الأصابع ٠

٣ ـ تدهن أطـراف التمزقات بالمـــادة اللاصقة (وهى اما محلول من الصوديوم مثيل كاربوكسى سليولوز درجة تركيز ٥٪ واما مستحلب مخفف من البولى مثيـل اكريلات أو من خلات الفنيل المبلمرة) ، وذلك باستخدام فرشاة رفيعة وناعمة ٠

٤ ـ توضع شرائط الأنسـجة الورقية اليـابانية على مواضـع التمزقات ويضغط عليها بطرف فرشاة رفيعـة ناعمة مبللة بقليل من المـادة اللاصقة حتى تلتصق بالأوراق القديمة تماما ٠

٥ ـ توضع الأوراق وهى على هـذا النحو بين فرخين من الورق المشبع بشمع البرافين وتنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن تجف المادة اللاصقة تماما ٠

تاسعا ـ اظهار الكتابات الباهتة :

من الثابت أن جميع الأحبار التى استخدمت فى الأزمنة القديمة ، فيما عـدا حبر الكربون ، تبهت وتفقد وضوحها بتأثير الأجـواء المحيطة بالوثائق والمخطوطات ٠

ويســتخدم فى قراءة الكتابات الباهتـة عادة مصدر للأشعة فوق البنفسجية أو تحت الحمـراء ، وتتم القراءة فى غـرفة مظلمة ٠٠ وفى الحالات التى تصعب فيها القراءة المباشرة ، فان طرق التصوير الفوتوغرافى الحديثة قد ساعدت كثيرا فى حل هذه المشكلة ، حيث أصبح من الممكن الآن تصوير الكتابات الباهتة وقراءة نصوصها من الصور الفوتوغرافية ٠

وبالرغم من التقدم الكبير فى التصوير الفوتوغرافى سواء من حيث

المعدات والأجهزة أو من حيث الأساليب ، فان الطرق الكيميائية لاظهار الكتابات الباهتة ظلت مستعملة ، وان اختلفت حولها الآراء بين معارض ومؤيد ٠٠ وفى الحقيقـة فان أهم ما يوجـه الى أسلوب اظهار الكتابات الباهتة بالطرق الكيميائية يتركز حول عدم الاستطاعة فى كثير من الحالات اظهار الكتابات الباهتة بألوانها الأصلية ، مما يعد فى نظر المعارضين لهذه الطريقة اضـافة سـمة مستحدثة لم تكن موجودة أصـلا بالوثيقـة أو المخطوطة ٠

والواقع أن الطرق الكيميائية لاظهار الكتابات الباهتة تقتصر فقط على أنواع معينة من الأحبار التى استخدمت فى الأزمنة القديمة ، وهى أحبـار عفص الحـديد التى يطلـق عليهـا بالانجليـزية اسـم (Iron gallotannate inks) ولقد بدأ استخدام هذا النوع من أحبار الحديد فى العصور الوسطى ، وكان يصنع بنقع ثمار أشجار البلوط الجافة ـ ويطلق عليها اسم جوز العفص (Gall nuts) وتحتوى على حمض الجاليك والتانيك ـ فى الماء ، ثم يضاف الى المنقوع بعد أن يصفى ويترك ليتخمر محلول من كبريتـات الحديدوز وكمية قليلة من محلول الغراء أو الصمغ فيتكون على الفور مركب أسود مائل الى الحمرة يزداد لونه سوادا بمرور الوقت ٠

والواقع هو أن كبريتات الحديدوز تكون مع التانين الموجود فى منقوع العفص مركبا باهت اللون غير قابل للذوبان فى الماء يتحول تدريجيا بفعل أكسيجين الهواء الى مركب أسود اللون من مركبات الحديديك غير قابل للذوبان فى الماء ٠

ولما كان صناع الأحبار القديمة يستخدمون التركيبة التى وجدوها أفضل التركيبات من وجهة نظرهم دون وعى بنسبة التانين الموجودة فى جوز العفص ودون وعى بدرجة نقاوة كبريتات الحديدوز المستخدمة ، فانه يمكن القول بأن جميع أحبار عفص الحديد التى استخدمت قديما كانت غـير متوازنة كيميـائيا ، أى أنهـا كانت لا تحتـوى على النسب الصحيحة من التانين وكبريتات الحدويدوز ، الأمر الذى يتضح من اختلاف درجة وضوح الكتابات فى الأجزاء المختلفة من الوثيقة أو من اختلاف درجة وضوح الكتابات فى الصفحات المختلفة من المخطوطة ، وكذلك من اختلاف حالة الورق فى الأجزاء المختلفة من هذه الوثيقة أو تلك المخطوطة ٠

وتتميز أحبار عفص الحديد بانها تظل محتفظة بوضوحها لمدة طويلة اذا كانت موجودة فى ظروف حفظ مناسبة ، وبانها عندما تبهت تترك بالورق كمية من أكسيد الحديد ، وهذا الأمر هو الذى جعل من اظهـار

الكتابات بالطرق الكيميائية أمرا ممكنا ، الا أنه لابد من التنويه الى أن الطرق الكيميائية لاظهار الكتابات الباهتة تنطوى على خطورة كبيرة نظرا لوجود الحديد فى كل شىء تقريبا بما فى ذلك الأتربة التى تتراكم عادة على أسـطح الأوراق القديمة وتتداخل بين أليافها ، الأمر الذى يستلزم ضرورة ازالة ما يعلق بسطح الأوراق القديمة ويتداخل بين أليافها من أتربة حتى لا يتحـول لون الأوراق المعالجة الى اللون الأسود المائل الى الحمرة بفعل المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات نتيجة لتفاعلها مع مركبات الحديد الموجودة بهذه الأتربة .

ولقد تيسر لى عندما كنت فى بعثة تدريبية بالمكتبة القومية بالنمسا القيام ببحث تناولت فيـه الطرق الكيميائية لاظهار كتابات حبر عفص الحديد الباهتة ووفقت فى هذا البحث الى استحداث طريقة جديدة تمكنت بواسطتها من اظهار الكتابات الباهتة بنفس ألوانها الأصلية ، وهو الأمر الذى كان يثير اعتراضات كثيرة فى وجه الطرق الكيميائية لاظهار الكتابات الباهتـة ، وبالاضافة الى ذلك فقد تناولت فى هذا البحث كيفية علاج الكتابات بعد اظهارها حتى لا تبهت من جديد كما حرصت على اختبار مدى تأثير المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق .

ومما يجدر الاشارة اليه أن درجة وضوح الكتابات التى تم اظهارها قد ظلت كما هى ، بالرغم من مرور تسع سنوات ، وهو الأمر الذى لم يكن ممكنا من قبل .

ويهمنى أن أضع بين يدى القارىء أهم معالم هذا البحث والنتائج التى تحصلت عليها ، وذلك على النحو التالى :

أولا ـ التجـارب المعمليـة :

تضمنت خطة البحث القيام بالاختبارات الآتيـة :

(أ) اظهار الكتابات الباهتة بغمر الأوراق فى محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢ ٪ ، وذلك على أساس أن أكسيد الحديد سوف يتفاعل مع كبريتيد الأمونيوم مكونا كبريتيد الحديدوز ، وهى ذات لون أسود تقريبا .

ولما كان مركب كبريتيد الحديدوز سوف يتأكسد بفعل أكسيجين الهواء الجوى الى كبريتات الحديد فان الكتابات سوف تبهت من جديد ،

ولذلك رؤى معالجة الكتابات فور اظهارها وفور تجفيف الأوراق بالمحاليل الكيميائية الآتيـــة :

١ ــ محلول من خلات الفنيل المبلمرة الذائبة فى الأسيتون بنسبة ٥٪ وذلك بغرض حماية الكتابات بغشاء واق يعزلها عن تأثير أكسيجين الهواء الجوى ٠

٢ ــ محلول من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز درجة تركيزه ٥٪ بغرض حمـاية الكتابات بغشاء رقيق عازل يقيهـا تأثير أكسيجين الهواء الجوى ٠

٣ ــ محلول من نترات الرصاص درجة تركيزه ١٦ ٪ ٠

٤ ــ محلول من خلات الرصاص درجة تركيزه ١٦ ٪ ٠

(ب) اظهار الكتابات بغمر الأوراق التى تحملها فى محلول من صبغة الجالول المتخمرة (Fermented gallol tincture) درجة تركيزه ٢٠ ٪ ، وذلك على أساس أنه سوف ينتج عن التفاعل بين أكسيد الحديد وصبغة الجالول نفس المركب الذى كان موجودا بالكتابات قبل بهتانها ، غير ان الكتابات بعد اظهارها كانت تكتسب فى أغلب الحالات لونا أزرقا مائلا الى البنفسجى ٠٠ ولهذا وحتى تكتسب الكتابات التى تم اظهارها اللون الأســود أو الأســود المائل الى البنى ، وهو اللون الأصلى للكتـابات قبـل أن تبهت فقد عولجت الكتابات فور اظهـارها بالطرق الآتيـــة :

١ ــ تعريض الكتابات لأبخرة النوشادر ٠

٢ ــ غمر الأوراق فى محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقة ٠

٣ ــ غمر الأوراق فى محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة ٠ ثم غمرها مباشرة فى محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة أخرى ٠

(جـ) الوقوف على مدى تأثير المواد المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق .

وقد جرى اختبار تأثير المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق بعد أن أجريت للأوراق قبل وبعد اظهار الكتابات عملية اسراع صناعى فى القدم لمدة ثلاثة أيام عند درجة حرارة ١٠٠ درجة مئوية وفى جو رطوبته النسبية ٧٠ ٪ ، وذلك بطريقة التحليل الموضعى ، وهى طريقة وصفية .. وقد اتبعت الخطوات التالية :

١ ـ يحضر محلول من نترات الفضة باذابة ٢ جم من نترات الفضة فى ٢٠ سم٣ من الماء الدافىء .

٢ ـ يضاف الى محلول نترات الفضة كمية من النوشادر المركزة بالقدر الذى يكفى لتكون راسب بنى اللون .

٣ ـ تضاف الى محلول نترات الفضة كمية زائدة من النوشادر المركزة تكفى لاعادة ذوبان الراسب البنى الذى تكون فى الخطوة السابقة .

٤ ـ تغمس عينات الورق التى يجرى فحصها فى المحلول قبل وبعد معالجتها بالمواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات مدة تكفى لاكتسابها لونا بنيا .

٥ ـ ترفع الأوراق ثم تغمس فى نوشادر مركزة ويلاحظ مدى التغير فى لونها .

ويمكن الوقوف على مدى تأثير المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق من ملاحظة شدة اللون الذى اصطبغ به الورق وذلك قبل وبعد معالجته بالمواد المستخدمة فى اظهار الكتابات ، مع الأخذ فى الاعتبار أن شدة اللون تتناسب تناسبا طرديا مع درجة تأثر سليولوز الورق بهذه المواد .

ثانيا ـ نتائج الاختبارات العملية :

(أ) اظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول فى كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢ ٪

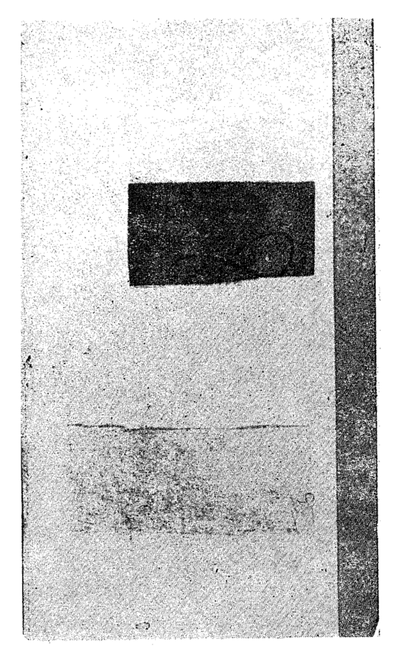
م مسلسل	المحاليل الكيميائية المستخدمة	لون الكتابات بعد اظهارها	التغير فى لون الكتابات بمرور الوقت	درجة ثبات الكتابات بعد اظهارها •	ملاحظـــات
١ ـ	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪	بنى غامق الى اسود •	حدوث نقص فى شدة لون الكتابات بعد مرور يوم واحد	اختفت الكتابات التى تم اظهارها بعد مرور اربعة أيام •	١ ـ تعتمد درجة وضوح الكتابات بعد اظهارها على كمية اكسيد الحديد التى تظل الكتابات الباهتة محتفظة بها•
٢ ـ	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ ثم عولجت الكتابات بمحلول من خلات الفنيل المبلمرة درجة تركيزه ٥٪ •	بنى غامق الى اسود •	حدوث نقص فى شدة لون الكتابات بعد مرور خمسة أيام	اختفت الكتابات التى تم اظهارها بعد مرور اسبوعين •	
٣ ـ	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ ثم عولجت الكتابات بمحلول من الصوديوم كاربوكسى ميثيل سليولوز ٥٪ •	بنى غامق الى اسود •	حدوث نقص فى شدة لون الكتابات بعد مرور يومين •	اختفت الكتابات التى تم اظهارها بعد مرور ستة أيام •	٣ ـ لم يلاحظ حدوث نقص فى صلابة الأوراق بسبب المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة •
٤ ـ	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ ثم عولجت الكتابات بمحلول من نترات الرصاص ١٦٪ •	بنى غامق الى اسود •	بقيت شدة لون الكتابات بعد اظهارها دون تغيير •	بدات درجة وضوح الكتابات فى النقص بعد مرور اربعة أشهر الا أنها ظلت محتفظة بدرجة وضوح كافية •	
٥ ـ	محلول من كبريتيد الأمونيوم ٢٪ ثم عوجلت الكتابات بعد اظهارها بمحلول من خلات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ •	بنى غامق الى اسود •	بقيت شدة لون الكتابات بعد اظهارها دون تغيير •	بدات درجة وضوح الكتابات فى النقص بعد مرور اربعة أشهر الا انها ظلت محتفظة بدرجة وضوح كافية •	

(ب) اظهار الكتابات الباهتة باستخدام صبغة الجالول المتخمرة (Fermented gallol tincture)

مسلسل	المحاليل الكيميائية المستخدمة •	لون الكتابات بعد اظهارها	التغير فى لون الكتابات بمرور الوقت •	درجة ثبات الكتابات بعد اظهارها	ملاحظـــات
١ ـ	محلول من صبغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ •	بنفسجى الى ازرق مائل الى البنفسجى	لم يحدث تغير فى لون الكتابـــات بعد اظهارها	لم يحدث نقص فى درجة وضوح الكتابات وظلت ثابتة •	١ ـ لم يلاحظ حدوث نقص فى صلابة الأوراق بسبب المـــواد الكيميائيـــة المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة •
٢ ـ	محلول من صبغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ ثم عولجت الكتابات بتعريضها لأبخـرة النوشادر لمدة خمس دقائق •	بنى غامق	لم يحدث تغير فى لون الكتابـــات بعد اظهارها	لم يحدث نقص فى درجة وضوح الكتابات وظلت ثابتة •	
٣ ـ	محلول من صبغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ ثم عولجت الكتابات بغمر الأوراق فى محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه تركيزه ١٪ لمدة دقيقة واحدة •	بنى مائل الى الأسود	لم يحدث تغير فى لون الكتابـــات بعد اظهارها	لم يحدث نقص فى درجة وضوح الكتابات وظلت ثابتة •	٢ ـ تعتمد درجة وضوح الكتابـــات بعد اظهارها على كمية اكسيد الحديـد التى تظل الكتابات محتفظة بها •
٤ ـ	محلول من صبغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ ثم معالجة الـكتابات بغمر الأوراق فى محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجـــة ١٪ لمدة دقيقة ثم فى محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة اخرى •	أسود مائل الى البنى •	لم يحدث تغير فى لون الكتابـــات بعد اظهارها	لم يحدث نقص فى درجة وضوح الكتابات وظلت ثابتة •	

جدول يوضح تأثير المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق ، وقد عبر فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية بالأرقام وأعطى مجازا لكمية المكونات السليولوزية قبل عملية اظهار الكتابا القيمة (١٠) .

مسلسل	المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتـــه .	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل عملية اظهار الكتابات الباهتة .	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد عملية اظهار الكتابات الباهتة .
١ ــ	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪	١٠	٩ر٥
٢ ــ	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ ثم عولجت الكتابات بعد اظهارها بمحلول من خلات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .	١٠	٩ر٠
٣ ــ	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ ثم عولجت الكتابات بعد اظهارها بمحلول من نترات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .	١٠	٩ر٠
٤ ــ	محلول من صبغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ .	١٠	١٠ تقريبا
٥ ــ	محلول من صبغة الجالول المتخمرة درجـــة تركيزه ٢٠٪ ثم عولجت الكتابات بعد اظهارهـا بتعريضها لأبخرة النوشادر لمدة خمس دقائق .	١٠	١٠ تقريبا
٦ ــ	محلول من صبغة الجالول المتخمرة درجـــة تركيزه ٢٠٪ ثم عولجت الكتابات بعد اظهارهـا بغمر الأوراق فى محلـــول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة .	١٠	١٠ تقريبا
٧ ــ	محلول من صبغة الجالول المتخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ وعولجت الكتابات بعد اظهارها بغمـــر الأوراق فى محلول من هيدركسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة ثم غمرت الأوراق بعد ذلك فى محلول من حمض الخليك درجـــة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة أخرى .	١٠	١٠ تقريبا

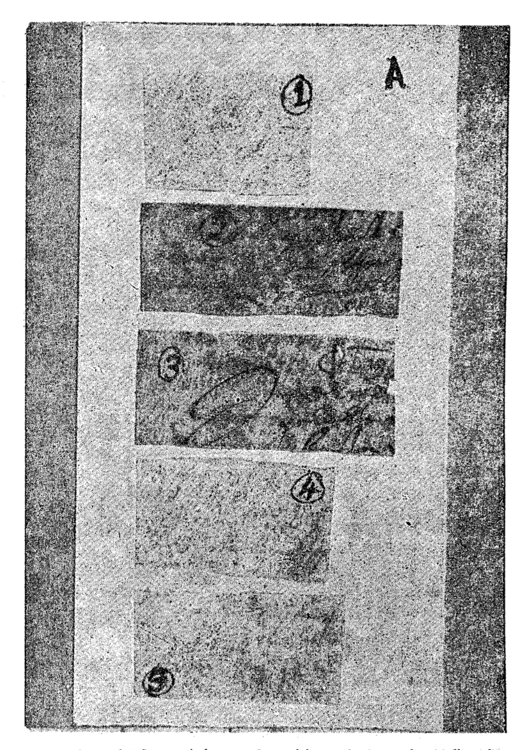


اظهار التابات الباهتة باستخدام محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪
ويتضح من الصورة ما يلى :

١ ـ الكتابات الباهتة قبل اظهارها ٠

٢ ـ الحالة التى تصبح عليها الأوراق المعالجة لاظهار كتاباتها الباهتة دون ازالة ما يعلق بسطحها أو يتداخل بين اليافها من أتربة ٠

وتبدو الكتابات بعد اظ ارها فى صورة خطوط داكنة اللون على أرضية أقل غمقانا وغير متجانسة فى لونها ٠



اظهار الكتابات الباهته باستخدام محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ ويتضح من الصورة ما يلى :

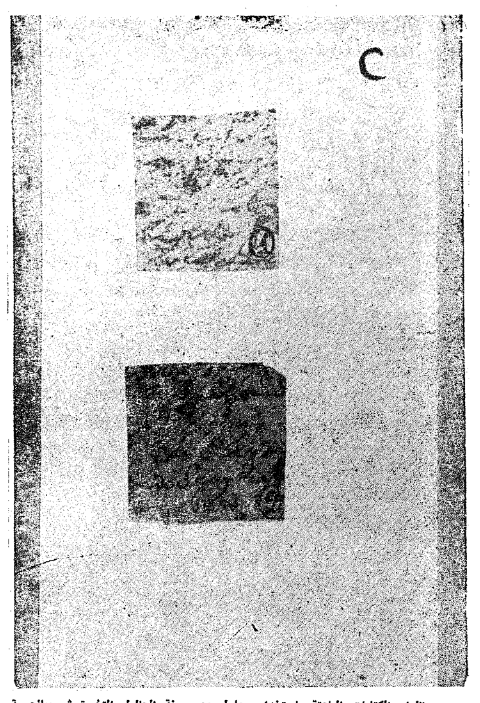
١ ـ النتيجة التى يمكن الحصول عليها باستخدام محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ .

٢ ـ النتيجة التى يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الأمونيوم ثم معالجة الكتابات بعد اظهارها بمحلول من نترات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .

٣ ـ النتيجة التى يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الأمونيوم ثم معالجة الكتابات بعد اظهارها بمحلول من خلات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .

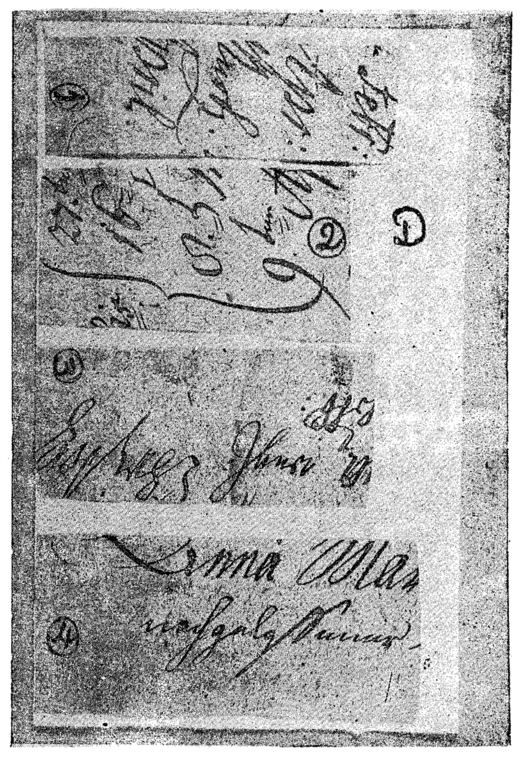
٤ ـ النتيجة التى يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الأمونيوم ثم معالجة الكتابات فور اظهار بمحلول من خلات الفنيل المبلمرة درجة تركيزه ٥٪ .

٥ ـ النتيجة التى يمكن الحصو ل عليها باستخدام محلول كبريتيد الأمونيوم ثم معالجة الكتابات فور اظهارها بمحلول من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز درجة تركيزه ٥٪ .



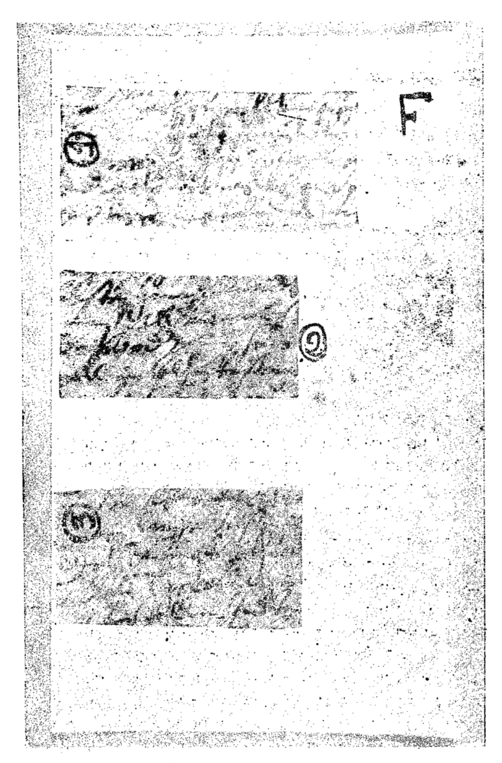
اظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول من صبغة الجالول المتخدرة ثم معالجة الكتابات بعد اظهارها بتعريضها لأبخرة النوشادر لمدة خمس دقائق .

ويتضح من الصورة اختلاف درجة وضوح الكتابات فى التجربتين ١ ، ٢ بالرغم من ان الكتابات الباهته في ما قد عولجت بنفس المادة وفى نفس الظروف .. ويرجع هذا الى اختلاف كمية اكسيد الحديد التى ظلت الكتابات الباهتة محتفظة بها فى كل منهما .



اظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول من صبغة الجالول المتخمرة .. وقـد عولجت الكتابات التى تم اظهارها بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة ثم بمحلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة أخرى .

ويتضح من الصورة اختلاف درجة وضوح الكتابات فى التجارب ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ بالرغم من أن الكتابات الباهتة فى جميع هذه التجارب قد عولجت بنفس المواد وفى نفس الظروف .. ويرجع هذا الاختلاف الى اختلاف كمية أكسيد الحديد التى ظلت الكـتابات الباهتة محتفظة بها فى كل حالة .



اظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول من صبغة الجالول المتخمرة .. وقد عولجت الكتابات فور اظهارها بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة .

ويتضح من الصورة اختلاف درجة وضوح الكتابات فى التجارب ارقام ١ ، ٢ ، ٣ برغم ان الكتابات الباهته فى جميع هذه التجارب قد عولجت بنفس المواد وفى نفس الظروف .. ويرجع هذا الى اختلاف كمية اكسيد الحديد التى ظلت الكتابات الباهتة محتفظة بها فى كل حالة .

ثالثا ـ مناقشــة النتــائج :

بعد مناقشة نتائج الاختبارات المعملية أمكن استخلاص الأمور الهامة الآتيـــة :

١ ـ يجب تجنب استخدام كبريتيد الأمونيوم فى اظهار الكتابات الباهتة لما لها من تأثير سيىء على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وبالاضافة الى ذلك فان الكتابات التى يتم اظهارها لا تلبث أن تبهت من جديد بعد وقت قصير نسبيا من اظهارها ٠

٢ ـ يفضل استخدام صبغة الجالول المتخمرة (Fermented gallol tincture) فى اظهار الكتابات الباهتة ، وذلك على أساس انه ينتج عن استخدامها تكون نفس المركب الكيميائى الذى كان موجودا بالكتابات قبل أن تبهت ٠٠ ومن ناحية أخرى فانه لا يتخلف بالورق من جراء استخدامها أحماض قوية أو أملاح معدنية قد تؤدى الى تلف الورق فى المستقبل ٠٠ وبالاضافة الى ذلك فقد ثبت أن كلا من صبغة الجالول المتخمرة وحمض الجاليك لا يتسببان فى تلف الورق ولا يؤثران على مكوناته السليولوزية ٠

٣ ـ أمكن الوصول الى أفضل النتائج من حيث امكانية اظهار الكتابات بلون يماثل الى حــد كبير لونهــا الأصلى باستخدام محلول صبغة الجالول المتخمرة ثم معــالجة الكتابات بعـــد اظهارها بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقة ثم بمحلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقة أخرى ٠

٤ ـ يجب غسل الأوراق المراد اظهار ما بها من كتابات باهتة لازالة ما قد يكون عالقا بها أو متداخلا بين أليافها من أتربة نظرا لاحتواء هذه الأتربة على نسبة من مركبات الحديد ، الأمر الذى سوف يؤدى الى اكتســاب الأوراق ـ فى حالة تواجدها ـ لونا أسودا مائلا الى الحمرة بفعل المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة نتيجة لتفاعلها مع مركبات الحديد الموجودة بالأتربة ٠

وأخيرا وفى نهاية الحديث عن طرق علاج وترميم الورق لابد لنا من أن نقول أن جميع الطرق التى ذكرت فى هذا الصدد والمواد المستخدمة فيها ـ رغم انها تشكل الأساس المنهجى والتطبيقى لعلاج وترميم الأوراق القديمة بأنواعها المختلفة ـ لا يصح تناولها أو تنفيذها على علاتها ، بل يجب مداومة البحث والتجربة حتى نصل الى درجة الاستيقان الكامل من صلاحيتها ، وذلك ايمانا منا بأهمية هذا العمل واستشعارا لمدى الخطورة التى تترتب على التطبيق الخاطىء لعمليات الترميم والعلاج ٠

عـلاج وترميم أوراق البردى

استخدمت أوراق البردى فى مصر القديمة كمادة يكتب عليها منذ ٣٠٠٠ عام قبل الميلاد وحتى القرن التاسع الميلادى عندما تقدمت صناعة الورق وأزاحت البردى عن مكانته المرموقة ٠

والبردى هو أحد المواد التى تفقد ليونتها بالجفاف وتستعيد هذه الليونة بدرجة كبيرة اذا ما اكتسبت ثانية قدرا كافيـا من الرطوبة ، وهذا فى الواقع هو الأساس أو حجر الزاوية فى جميع أعمال علاج وترميم أوراق البردى ٠٠ ومما يســاعد كثيرا فى أعمــال الصيانة والعلاج أن الأحبار التى كتب بها على أوراق البردى لا تتأثر بالماء أو المحاليل المائية ٠

والبردى بوصــفه أحــد المواد المصــنوعة من الألياف السليولوزية لا يختلف عن الورق فى الكيفية التى يتلف بها ٠٠ ولعل الفرق الوحيد بينهما ـ من وجهة نظر العاملين فى الصيانة هو كون البردى أكثر ثباتا فى مواجهة عوامل التلف المختلفة التى يتعرض لها ٠٠ ويرجع ذلك بطبيعة الحــال الى أن أوراق البردى مادة بسيطة التكوين تتركب أساسا من السليولوز وبقايا طفيفة من عصارات نبات البردى التى تتكون غالبا من قليل من الأملاح والسكريات وقليل من المواد النشوية والمواد الدابغة ٠٠ ومن الملفت للنظر فى هذا الصدد أن صناعة أوراق البردى والمــادة الخام المستخدمة فيها قد خضعت لتقاليد راسخة ولم يطرأ عليها تطور يذكر عبر العصور الطويلة التى استخدمت فيها ٠

والواقع هو أن معظم طرق العلاج والترميم التى ذكرت عند الحديث عن علاج وترميم الورق والمواد المستخدمة فيها يمكن تطبيقها فى علاج وترميم أوراق البردى ، الا أن أوراق البردى بوصفها أحد المواد الأثرية تخضع لمعايير خاصة تستوجب عدم احداث تغيير ملحوظ سواء فى الشكل أو فى المظهر أو فى اللون ، الأمر الذى يتطلب التدقيق فى اختيار طرق العلاج والترميم والالتزام بوجهة نظر الأثريين ٠٠ وعلى ذلك فليس هناك ضرورة لتكرار الحديث عن طرق العلاج والترميم والمواد المستخدمة فيها ويمكن الرجوع اليها واختيـــار أنسبها وأصلحها لعلاج وترميم أوراق البردى ٠

وسوف نكتفى بالحديث هنا عن طرق فرد أوراق البردى ٠

فـرد أوراق البـردى

وجدت أوراق البردى التى وصلت الينا من الأزمنة القديمة ـ وخاصة

فى مصر ــ اما على هيئة لفائف تختلف فى أحجامها وجدت محفوظة داخل أكياس من قماش الكتان ، واما على هيئة طبقات مكتوبة وملصقة بالغراء ومغطاة بطبقة رقيقـة منقوشة من الملاط ، مكونة ما يطلق عليه اسـم كرتوناج المومياوات ٠٠ وبالاضافة الى ذلك وجدت حالة فريدة فى برديات نجع حمادى التى يرجع تاريخها الى العصر القبطى المبكر ــ وتعرف باسم برديات العارفين بالله ، وقد وجدت عند الكشف عنها داخل أغلفة مصنوعة من الجلد ، وهى محفوظة بالمتحف القبطى بالقاهرة ويتوافر على دراستها حاليا لجنة دولية تحت اشراف منظمة اليونسكو ــ حيث عثر على كمية كبـيرة من أوراق البردى المكتوبة والملتصقة معا التصاقا شديدا بالغراء الحيوانى على هيئة أوراق الكرتون داخل الأغلفة الجلدية لهذه البرديات٠٠ وقد عهد الى بعملية فصل أوراق البردى هذه منذ ما يزيد عن الخمس سـنوات ٠

ومن الواضح أن ظروف تواجد أوراق البردى على هذه الصورة أو تلك يحتم اتباع طرق فرد تتباين فى التطبيق وان كان يجمعها أساس واحد ، فالبردى هو أحد المواد التى تفقد ليونتها بالجفاف وتستعيدها ثانية اذا ما اكتسبت كمية كافية من الرطوبة ٠

طرق فرد أوراق البردى

(أ) لفـائف البـردى

وتتبع لفرد لفائف البردى الطريقة الآتيـــة :

١ ــ تنظف اللفائف مما قد يكون عالقا بها من أتربة أو رمال باستعمال فرشاة ناعمة أو أى أداة أخرى مناسبة ٠

٢ ــ تعرض لفائف أوراق البردى بعد تنظيفها لبخار الماء الساخن داخل صندوق محكم الغلق وتترك فترة كافية لامتصاص كمية مناسبة من الرطوبة واكتساب درجة الليونة المطلوبة ٠

٣ ــ بعد التأكد من ليونة أوراق البردى تؤخذ اللفائف وتوضع على لوح من الزجاج مغطى بفرخ من ورق النشاف أو قطعة من قماش البولى ايثلين أو النايلون ويبدأ فى عملية الفرد ٠ وعندما يتم فرد جزء من اللفافة يوضع فوقه لوح من الزجاج ٠٠ وتتوالى عملية التليين والفرد تباعا حتى يتم فرد لفافة البردى بأكملها ٠

٤ ــ بعد الانتهاء من عمليـــة الفرد ترش البرديات بمحلول من الصمغ العربى درجة تركيزه ٣ ٪ ، حيث ثبت أنه من أصلح المواد لتقوية

أوراق البردى وتثبيت كتاباتها ، فضلا عن كونه المادة التي استخدمت قديما لهذا الغرض ٠

٥ ـ بعد تشرب محلول الصمغ العربي توضع البرديات بين ورقتين من من الأوراق المشبعة بشمع البرافين وتكبس بواسطة مكبس يدوى لمدة عشر دقائق ترفع بعدها وتوضع بين ورقتين جديدتين من الأوراق المشبعة بشمع البرافين ثم يعاد كبسها حتى صباح اليوم التالى ٠ وفي حالة عدم وجود الورق المشبع بشمع البرافين يمكن استعمال ورق من النشاف بعد رشه بمحلول من شمع البرافين الذائب فى البنزين ٠٠ وفى هـذه الحالة يستخدم بدلا من المكبس لوحان من الزجاج يوضع فوقهما بعض الأثقال ٠٠ ويراعى مداومة تغيير ورق النشاف من وقت لآخر حتى يمكن تلافى التصاق البرديات به ٠

٦ ـ تعـد البرديات للعرض بعـد جفافها بوضعها بين لوحين من زجاج البلكسى (plexiglass) وذلك بعد تعقيمها بالمبيدات الفطرية والبكتيرية ٠٠ ويراعى ألا تكون البرديات محتـوية على كميـة من الرطوبة أكثر مما يكفل عدم نمو الفطريات وعلى أن تترك عند لصق لوحى الزجاج بعض المنافذ ليتسرب منها الهواء داخل لوحى الزجاج٠

(ب) كرتوناج المومياوات :

لما كانت كرتوناجات المومياوات تتكون فى بعض الحالات من طبقات من أوراق البردى ملتصقة بعضها بالبعض الآخر بالغراء الحيوانى ويغطى سطحها طبقة من ملاط الجسو تكون عادة منقوشة ومزينة بالألوان ، فان ذلك يستوجب تعديلا أو تحويرا فى الطريقة التى تتم بها عملية الفرد ٠٠ وهذا التعديل يتلخص فى الخطوات الآتية :

١ ـ تزال طبقة الملاط بطريقة يدوية ، ولعله يكون من الأفضل محـاولة الاحتفاظ بها سليمة ٠٠ ويمكن أن تتبع فى ذلك الطريقة الآتية :

(أ) تسنقى طبقـة ملاط الجو بمحلول من مادة الكلاتون ج ٠ب (CALATON C. B.) الذائبة بنسبة ٥٪ فى الكحول الاثيلى المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ حتى تتشبع تماما ثم تترك لتجف ٠٠ ومحلول الكلاتون هذا يتميز بأن شـده السطحى أقل من الماء ، ومن ثم فسوف ينفذ الى مسافة كبيرة داخل طبقة ملاط الجسو ويكون بعد جفافه غشاء متداخلا فيها ٠٠ وسوف يعمل هذا الغشاء بالاضافة الى تثبيته للألوان على ربط حبيبات ملاط الجسو ويمنع تفككها بالماء ٠

(ب) تدعم طبقة ملاط الجسو بطبقة من قماش الشاش تلصق عليها باستخدام محلول من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز (الليسولين) الذائبة فى ماء دافىء بنسبة ٥٪ ٠

(ج) بعد جفاف القماش والتصاقه تماما بملاط الجسو يقلب الكرتوناج وترش أوراق البردى بالماء المضاف اليه الكحولى الاثيلى بنسبة ٥٠٪ على الأقل ٠٠ ويراعى أن يتسرب الماء المضاف اليه الكحول الى السطح الأسفل من طبقة ملاط الجسو الملاصق لأوراق البردى ٠٠ وينتظر حتى تكتسب أوراق البردى درجة كافية من الليونة وحتى يتطرى السطح الأسفل من طبقة ملاط الجسو ٠

(د) تفصل أوراق البردى عن طبقة ملاط الجسو باستخدام مشرط أو أية أداة أخرى مناسبة على أن يكون القطع فى السطح الأسفل من طبقة الجسو وبعيدا عن أوراق البردى ٠٠ ويراعى منتهى الحذر حتى لا تتهتك أوراق البردى أو سطح طبقة الجسو المنقوش والملون ٠

(هـ) بعد فصل أوراق البردى تترك طبقة ملاط الجسو حتى تجف ثم يدعم سطحها السفلى بطبقة من قماش الشاش تلصق عليه باستخدام محلول من مادة خلات الفنيل المبلمرة الذائبة فى الأسيتون بنسبة ١٠٪ ٠

(و) تزال طبقة الشاش التى تغطى سطح طبقة ملاط الجسو المنقوش باستخدام كمادات من الماء الدافىء ٠٠ ويراعى أن يكون القماش عند ازالته موازيا لسطح طبقة ملاط الجسو ، وبذلك يمكن تقليل الشد الناتج الى أقل قدر ممكن وحتى يمكن تلافى تقشر النقوش والألوان ٠

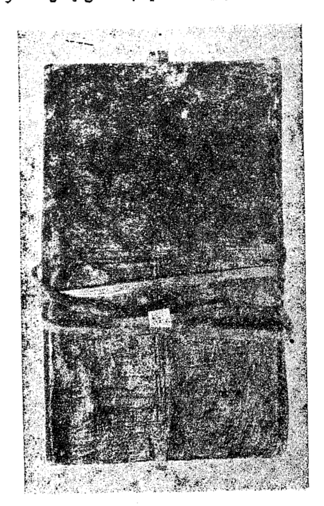
٢ ـ توضع أوراق البردى الملتصقة بالغراء العيوانى بعد ازالة طبقة الملاط التى كانت تغطيها فوق قطعة من قماش الشاش ثم توضع بعد ذلك فى حوض به ماء ساخن درجة حرارته تتراوح ما بين ٦٠ درجة ، ٧٠ درجة م وتظل به الى أن يذوب الغراء تماما مع مداومة احداث اهتزازات فى الماء باستخدام فرشاة ٠٠ وقد يحتاج الأمر تغيير الماء من وقت لآخر ٠

٣ ـ بعد التأكد من ذوبان الغراء يرفع القماش وما عليه من أوراق بردى وينتظر حتى تتماسك أوراق البردى ويبدأ فورا فى فصل طبقاتها واحدة تلو الأخرى باستخدام الأنواع المناسبة من المشارط والملاقيط ٠

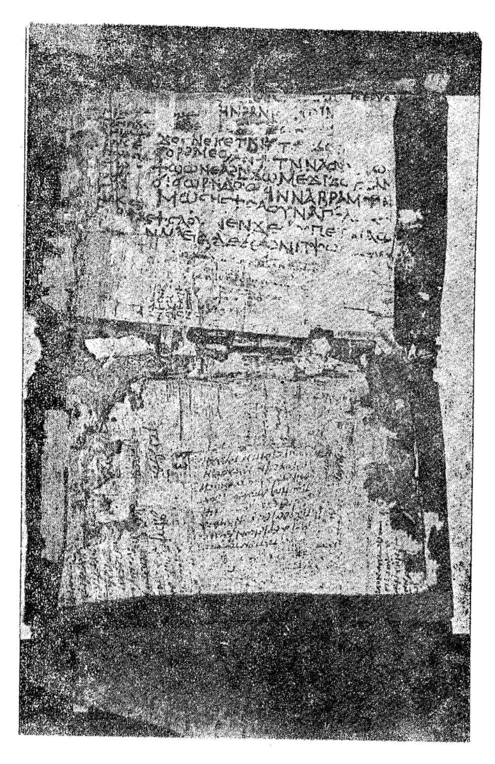
٤ ــ تحفظ أوراق البردى التى يتم فصلها بين أوراق مبللة من النشاف لحين الانتهاء من عملية الفصل وبعدها تفرد كل على حدة ثم تعالج وتعد للعرض بالطريقة السابق الاشارة اليها ٠

ومما يجدر التنويه عنه هو أنني قد اتبعت هذه الطريقة وبنجاح فى فصل أوراق البردى التى كانت تبطن أغلفة برديات العارفين بالله ٠

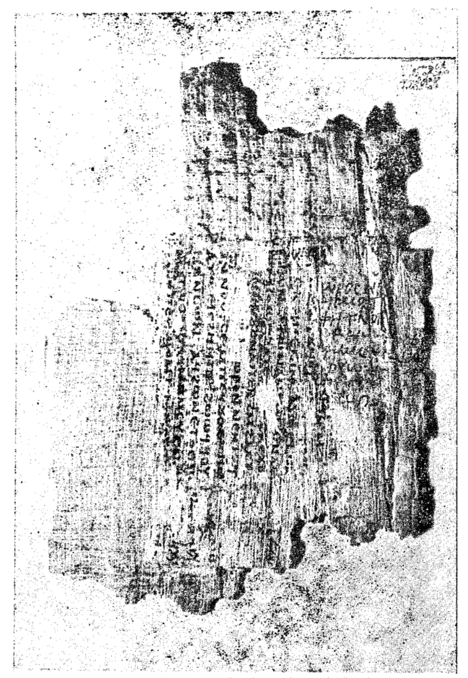
وفيما يلى سـوف أضـع بين يدى القارىء مجمـوعة من الصـور الفوتوغرافية تمثل خطوات العمل التى اتبعتها فى فصل أوراق البردى التى كانت تبطن أغلفة برديات العارفين بالله حتى يمكن الاسترشاد بها ٠



صورة فوتوغرافية لغلاف جلدى لأحد مخطوطات العارفين بالله المكتوبة على أوراق البردى ويرجع تاريخها الى العصر القبطى المبكر ٠



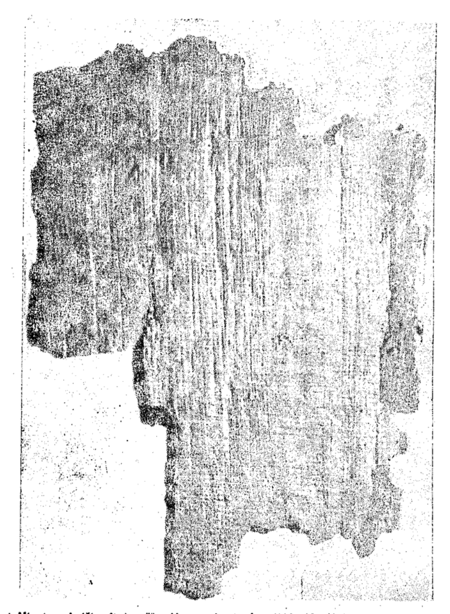
.. صورة فوتوغرافية لمجموعة من أورا: البردى المكتوبة والملتصقة معا التصاقا شديدا بالغراء الحيواني على هيئة أوراق الكرتون .. وهى كما يتضح من الصورة مستخدمة في تبطين الغلاف الجلدى لأحد مخطوطات العارفين بالله .



صورة فوتوغرافية لأوراق البردى التى كانت تبطن الغلاف الجلدى لمخطوطة العارفين بالله ، وذلك بعد أن نزعت من الغلاف الجلدى .

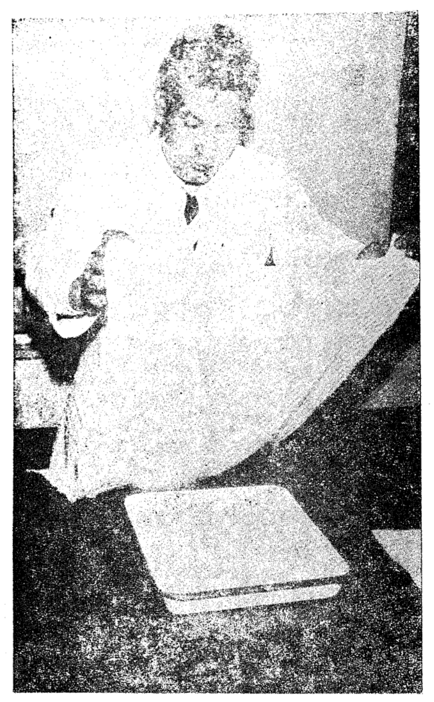
وقد نزعت أوراق البردى عن الغلاف الجلدى بعد أن أكتسبت أوراق البردى درجة كافية من الليونة عن طريق وضع الغلاف وما به من أوراق بردى فى صندوق محكم الغلق بداخله اناء مملوء بالماء الساخن .. وقد تم نزع أوراق البردى بطريقة يدوية وباستخدام الأنواع المناسبة من المشارط والملاقيط .

ويستطيع القارىء أن يتخيل من الصورة الفوتوغرافية سمك أوراق البردى وشدة التصاقها معـا .



صورة فوتوغرافية للسطح الخلفي لأوراق البردي الملتصقة معا التصاقا شديدا بالغراء الحيواني بعد أن نزعت من الغلاف الجلدي .

ويلاحظ من الصورة أن هذا السطح غير مكتوب ، الأمر الذي يسر كثيرا عملية فصل أوراق البردي عن الغلاف الجلدي .



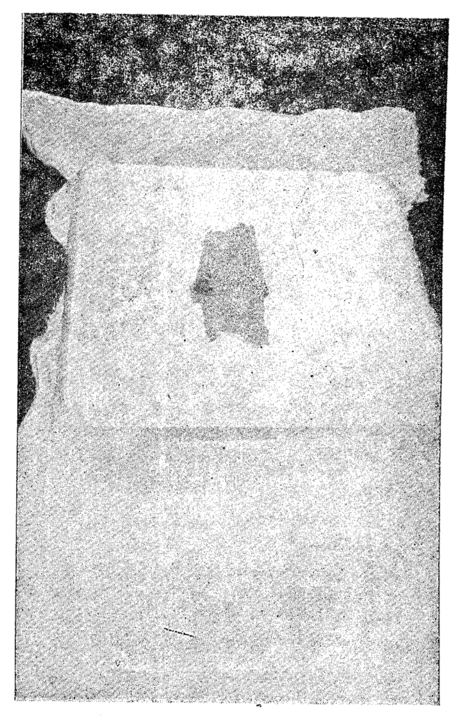
صورة فوتوغرافية توضح كيفية الاعداد لعملية فصل أوراق البردى التى نزعت من الغلاف الجلدى • ويظهر فى الصورة حوض من الصاج المطلى بالمينا مملوء بماء ساخن درجة حرارته تتراوح ما بين ٦٠ درجة ، ٧٠ درجة مئوية وقطعة من قماش الشاش يجرى فردها على الحوض المملوء بالماء ، وذلك بغرض استخدامها كحامل لرفع أوراق البردى بعد أن يذوب الغراء تماما وبعد أن تبدأ فى الانفصال •



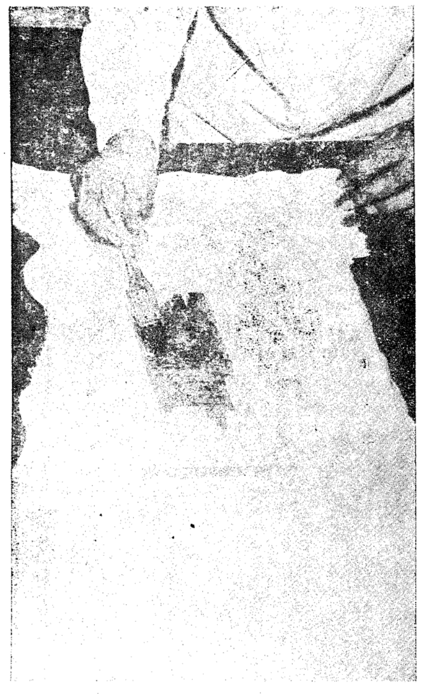
صورة فوتوغرافية تبين الحوض المملوء بالماء الساخن بعد أن تمت تغطيته بقماش الشاش وتجرى عملية تثبيت قماش الشاش فى قاع الحوض .



صورة فوتوغرافية توضح كيفية نقل أوراق البردى الى الحوض المملوء بالماء الساخن ،وذلك بعد أن تمت عملية تثبيت قماش الشاش فى قاعه .



صورة فوتوغرافية تبين أوراق البردى الملتصقة معا بالغراء الحيوانى وهى عائمة على سطح الماء الساخن الموضوع فى الحوض المثبت فى قاعة قماش الشاش •

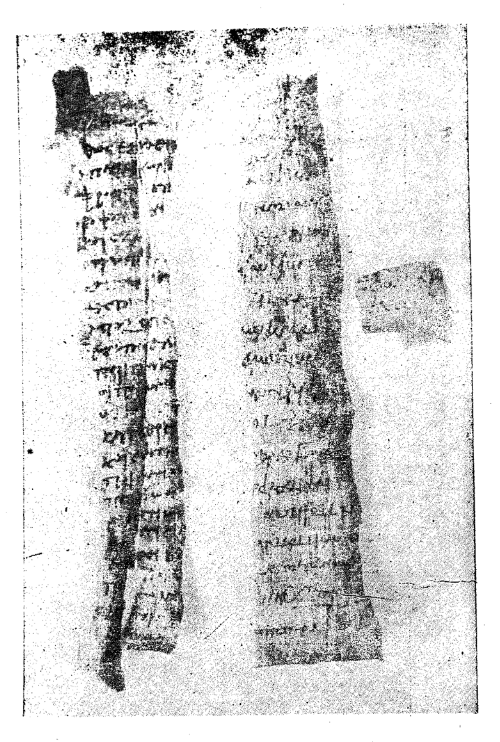


صورة فوتوغرافية توضح كيفية تغطيس أوراق البردى الملتصقة بالغراء الحيوانى فى الماء الساخن .

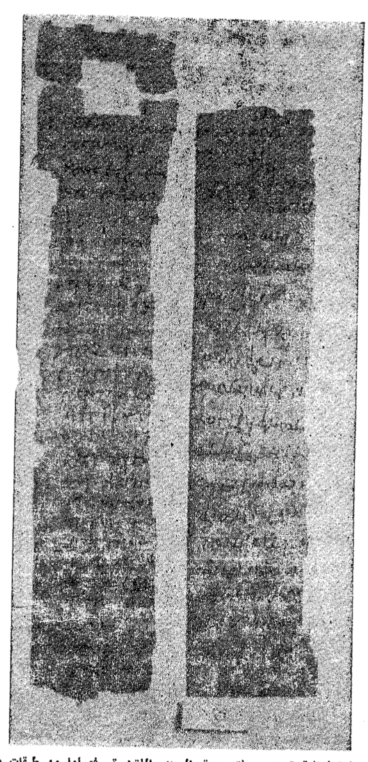
وسوف يتبع ذلك أحداث اهتزازات فى الماء باستخدام الفرشاة ، وذلك بغرض الاسراع فى عملية ذوبان الغراء وأحداث قوة ضغط ميكانيكية بسيطة ومنتظمة تساعد على فصـــل أوراق البردى عندما يذوب الغراء الحيوانى فى الماء الساخن .



صورة فوتوغرافية تبين صحيفة ورق البردى السطحية بعد أن تم فصلها ووضعها على فرخ من ورق النشاف .
وتجرى عملية فردها بعد أن تماسكت باستخدام الأنواع المناسبة من المشارط والملاقيط ، وذلك تمهيدا لتقويتها وتثبيت كتاباتها ثم اعدادها للعرض .



صورة فوتوغرافية تبين صحيفتين من ورق البردى من طبقات داخلية ، بعد ان تم فصلها ووضعها على فرخ من ورق النشاف ، وذلك قبل لابدء فى عملية الفرد والتقوية وتثبيت الكتابات تمهيدا لاعدادها للعرض .



صورة فوتوغرافية تبين صحيفتى ورق البردى اللتين تم فصلها من طبقات داخلية ، بعد أن تم فردها وتقويتهما وتثبيت ما عليهما من كتابات تمهيدا لوضعهما بين لوحين من زجاج البلكسي .

الفصل الثانى

علاج وترميم الجلد والرق

علاج وترميم الجلود القديمة

لعل من أهم الأمور التى يجب ألا تغيب عن أذهان المشتغلين بعلاج وترميم الآثار والمقتنيات الثقافية أن الهدف النهائى من جميع أعمال العلاج والترميم والصيانة هو الحفاظ على هذه المقتنيات للأجيال المقبلة بخصائصها الأصلية من حيث الشكل الظاهرى والمحتوى الحضارى ، الأمر الذى يحتم انقاذ أكبر قدر ممكن من مادتها بكل الوسائل والامكانيات المتاحة ، غير أنه فى بعض الحالات قد يتطلب الأمر استبدال الأجزاء المتآكلة التى تعجز الامكانيات المتوفرة عن انقاذها ، وفى هذه الحالة لابد من استخدام مواد لا تختلف عن الأجزاء المتآكلة المطلوب استبدالها فى المظهر وعلى أن يجرى تشكيلها بالأسلوب الملائم الذى يحفظ للمقتنيات خصائصها الفنية وسماتها الجمالية ٠

ولكل هذه الأسباب مجتمعة نجد أن أعمال العلاج والترميم التى تجرى فى المراكز المتخصصة بدور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تختلف اختلافا جوهريا عن عمليات الاصلاح التى يقوم بها عادة بعض الحرفيين فى ورش التجليد بالرغم من التشابه الظاهرى الذى يبدو بينهما لغير المتخصصين ٠

ويشتمل علاج وترميم الجلود القديمة على عدة عمليات أساسية هى :

١ ـ التنظيف وازالة البقع ٠

٢ ـ الفرد وازالة التجعدات ٠

٣ ـ علاج الجلود التالفة بتأثير المياه ٠

٤ ـ التطـرية ٠

٥ ـ التقوية واستكمال الأجزاء الناقصة ٠

وفيما يلى سوف نتناول هذه العمليات بالتفصيل وذلك على النحو التـــالى :

أولا ـ التنظيف وازالة البقع

١ ـ التنظيف :

(أ) التنظيف بالطرق الميكانيكية :

تنظف الجلود القديمة بالطرق الميكانيكية لازالة ما قد يكون عالقا بها من أتربة وبويضات الحشرات أو مخلفاتها وما قد يتواجد على سطوحها من طبقــات جيلاتينية لزجة باستخدام فرشـــاة ناعمة جافة ٠٠ واذا لزم الأمر فيستعمل بحذر شديد الأنواع المناسبة من المكاشط والمشارط ٠٠ وفى حالة الجلود المتآكلة يمكن استخدام أجهزة شفط مناسبة على أن توضع الجلود بين طبقتين من قماش ناعم واسع الشبكات ثم تمرر أنبوبة جهاز الشفط على سطح القماش جزءا جزءا الى أن يتم التخلص من الأتربة ٠

والواقع أنه اذا نجحت الطريقة الميكانيكية فى ازالة المـواد العالقة والقاذورات على الناشف فانها تكون أفضل بكثير من الطرق التى تستخدم فيهــا المحاليل الكيميائية ، وذلك لأمانها ولعدم اذابتها للمواد الصابغة المستخدمة فى تلوين الجلود ، فضلا عن كونها لا تؤدى الى تبقع أو تغير لون الجلود ٠

(ب) التنظيف بالمحاليل الكيميائية :

بعد ازالة الأتربة والقاذورات العالقة بالجلود واذا احتاج الأمر الى استخدام المحاليل الكيميائية فيجنب تجنب استخدام المحاليل المائية ، اذ ثبت أن المــاء يؤدى الى تلف الجلود القديمـــة تلفا كبيرا لا يمكن تلافى آثاره ٠

ويستخدم عادة فى تنظيف الجـلود القديمة صـــابون أوليـــات البوتاسيوم الذى يطلق عليه عادة بالانجليزية اســـم (Spirit Soap) لقابليته للذوبان فى زيت التربنتين المعدنى (White spirit) ٠

ويستخدم صابون أوليات البوتاسيوم على صورة محلول فى زيت التربنتين المعدنى درجة تركيزه ٢ ٪ •• ويجرى العمل باستخدام أسفنجة مبللة بقليل من محلول الصابون يمس بها سطح الجلد مرة تلو الأخرى الى أن يتم تنظيف الجلود تماما من الأتربة والقاذورات العالقة بسطحها أو المتداخلة فى مسامها •

وفى نهاية عملية التنظيف تشطف الجلود باستخدام أسفنجة مبللة بقليل من زيت التربنتين المعدنى ويستمر العمل الى أن يتم ازالة آثار الصابون المستخدم فى الغسيل ، ثم تترك الجلود لتجف فى درجة الحرارة العـــادية •

٢ ـ ازالة البقع :

تتطلب عملية ازالة البقع من الجلود القديمة تحديد نوعية البقع والتعرف على المواد التى تسببت فيها وعلى التغيرات الكيميائية التى طرأت عليها والمواد الكيميائية اللازمة لعملية التنظيف وخواصها ومدى تأثيرها على الجلود ، وكذلك الاحتياطات الواجب مراعاتها والحدود التى يجدر الوقوف عندها •

ولكل هذه الاعتبارات فان عملية ازالة البقع ليست من العمليـات النمطية الروتينية •• وفى حالات كثيرة يضطر القائمون بهذا العمل الى الموازنة بين سلامة الجلود وبين ازالة ما بها من بقع •

ويتوقف نجـاح عمليـة ازالة البقع على كيفيـة استخدام المحاليل الكيميائية وذلك على أساس أن استخدامها بقدر أكثر من اللازم يؤدى الى انتشار هذه البقع فى الأماكن المجاورة لها ، مما يزيد من اتساخ الجلود وتشويه مظهرها ، ولذلك يجب فرد الجلود المراد ازالة ما بها من بقع على ألواح من الزجاج مغطـاة بأوراق النشاف وتوضـع المحاليل الكيميائية المستخدمة فى ازالة البقع سحاحات حتى يمكن استخدامها نقطة بنقطة تلافيا لانتشار البقع •

وقد وجد بالتجربة أن تغطية البقع قبل استخدام المحاليل الكيميائية بطبقة رقيقـة من بودرة التلك يساعد كثيرا على عـدم انتشار البقع فى الأماكن المجاورة لها ••

ومن الضرورى مراقبة سير عملية ازالة البقع حتى يمكن ايقافها فى الوقت المناسب وقبل أن تؤثر على لون الجلود ذاتها •

وبصــفة عامة يجب مراعاة الاعتبارات الآتية عند ازالة البقع من الجلود القديمة :

١ ـ عــدم استخدام محاليل المواد القلوية ، فالمـواد البروتينية قابلة للذوبان فى القلويات ٠

٢ ـ عدم استخدام المواد الكيميائية القاصرة أو المزيلة للألوان التى يتولد عنها غاز الكلور ويكتفى باستخدام محلول من فوقأكسيد الهيدروجين (ماء الأكسيجين) ٠

٣ ـ عدم استخدام محاليل الأحماض القوية المركزة ٠

٤ ـ عــدم استخدام حمض النيتريك ، اذ أنه يصــبغ المواد البروتينية باللون الأصفر ٠

٥ ـ تجنب استخدام المحــاليل المائيــة ، وفى الحــالات التى يتحتم استخدامها يجب عدم استخدامها وهى ساخنة جدا ٠

٦ ـ يجب تثبيت الكتابات والنقوش ان وجدت قبل البدء فى ازالة البقع وذلك باستخدام محلول الكلاتون ٠

٧ ـ يجب التخلص نهائيا من آثار المواد الكيميائية التى استخدمت فى ازالة البقع ٠

وفيما يلى سوف نتناول بطريقة اجمالية أنواع البقع الشائع تواجدها والمواد الكيميائية التى يمكن استخدامها لهذا الغرض ٠

بقــع الشــموع :

يتم كشط الجزء المتراكم على ســطح الجلود باستخدام مشرط أو ســكين أو أية أداة أخرى مناسبة ، أما الجزء الذى تشربه الجلد فيزال بالبنزين على أن تغطى مواضع البقع قبل استخدام البنزين ببودرة التلك حتى نمنع بذلك انتشارها فى الأماكن المجاورة ٠

وثمة طريقة أخرى توضع فيها الجلود الملوثة بالشموع ـ وخاصة اذا كانت رقيقة بين فرخين من ورق النشاف ثم تمرر فوقها مكواه كهربائية محماة لدرجة الحرارة المناسبة ، فينصهر الشمع ويتشربه ورق النشاف ٠

بقــع الزيوت والدهــون والقطــران :

تستخدم المواد الآتية فى ازالة هذه الأنواع من البقع :

١ ــ ثلاثى كلوريد الاثيلين .

٢ ــ ثنائى كلوريد الاثيلين .

٣ ــ المورفولين .

٤ ــ زيت التربنتين النباتى أو المعدنى .

ومن الضرورى قبل البدء فى عملية ازالة البقع تغطية المواضع المبقعة بطبقة رقيقة من بودرة التلك حتى لا تنتشر البقع فى الأماكن المجاورة .

البقع الناتجة من افرازات الذباب وغيره من الحشرات :

يستخدم لازالة هذه البقع فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الاكسيجين) ١٠ حجوم بعد أن يضاف اليه مثل حجمه كحول نقى أو أثير .

بقــع الشــاى والقهــوة :

يستخدم لازالة بقع الشاى والقهوة فوق أكسيد الهيدروجين على أن يضاف اليه مثل حجمه كحول نقى أو أثير .

بقــع صــدا الحديد :

من الملاحظ أن بقع صــدا الحديد من البقع الشــائع تواجدها فى الجلود القديمة .. ويستخدم لازالتهــا عادة محــاليل المواد الكيميــائية الآتيــــة :

١ ــ محلول مركز من حمض الأوكساليك .

٢ ــ محلول من حمض الخليك .

٣ ــ محلول من حمض الهيدروفلوريك .

وفى حالة استخدامه يجب وضــع الجلود على لوح من الخشب أو البلاستك ، حيث أنه يذيب الزجاج .

بقــع الأحبــار والمواد الصابغة :

للاختلاف الكبير فى التركيب الكيميائى للأحبــار والمواد الصابغة الأخرى فانه من الضرورى التعرف على المادة المسببة للبقع قبل البدء فى عملية ازالتها .. وقدسبق تناول هذا الموضوع بالتفصيل عند الحديث عن كيفية ازالة بقع الأحبار والمواد الصابغة من الأوراق القديمة وليست

هنـاك ضرورة لتكرار الحـديث عنها ، ويمكن الرجوع اليهـا واستخدام ما يتناسب منها مع الجلود القديمة ٠

ثانيا ـ الفرد وازالة التجعدات

فـرد الجـلود القـديمة :

فى الحالات العادية يمكن اتباع الطريقة الآتية :

١ ـ توضـع الجلود القـديمة المراد فردها فى صندوق محكم الغلق به مصدر لبخار الماء لمدة تكفى لاكتسابها درجة مناسبة من الرطوبة والى أن تلين بالقدر الكافى ٠

٢ ـ تفرد الجلود بعد أن تلين رويدا رويدا وبحذر شديد ، ثم توضع بين لوحين من الزجاج تحت بعض الأثقال المناسبة الى أن تصل الى درجة الاستواء المطلوبة ٠

٣ ـ تدهن الجلود بعد فردها تماما بطبقة من زيت كبد الحوت البارد أو أية مادة تطرية أخرى ، وذلك بغرض المحافظة على ليونتها ٠
وسوف نتناول تطرية الجلود القديمة فيما بعد بالتفصيل ٠

٤ ـ تهيأ الجلود القديمة بعد تطريتها للعرض ، وذلك بوضعها بين لوحين من الزجاج ٠٠ ويراعى ترك منافذ فى البروز المحيط بلوحى الزجاج تسمح بمرور تيار ضعيف من الهواء ٠

أما فى الحالات التى تكون فيها الجلود القديمة على هيئـة لفائف يراد فردها أو على هيئة طبقات ملتصقة فيمكن اتباع الطرق الآتية :

(أ) فـرد لفـائف الجـلود القديمـة :

ويتبع لفردها الطريقة الآتيـــة :

١ ـ تغمر اللفائف بعد تنظيفها فى محلول مركز من الباغة الذائبة فى مزيج من خلات الاثيل والأسيتون بنسبة ٥٠ ٪ لكل منهما وتترك هذه اللفائف فى المحلول حتى تتشرب أكبر كمية ممكنة منه ٠

٢ ـ ترفع اللفائف وتعرض للهواء حتى تجف تماما ٠

ويلاحظ فى هذه المرحلة من العمل أن اللفافة سـوف تنفرد قليلا اذ أن الباغة تنكمش بطبيعتها عند الجفاف ، وهذا الانكماش ينتج عنه شد منتظم يؤدى الى فرد اللفافة لدرجة ما ٠

٣ ــ يعاد دهان الأجزاء التى تم فردها من اللفافة بمحلول الباغة ثم تترك لتجف • وبطبيعة الحال سوف يؤدى هذا الى زيادة المساحة المفرودة تباعا •• وتتكرر هذه العملية حتى يتم فرد اللفافة جميعها •

٤ ــ تتم عملية استواء اللفافة ، وذلك بوضعها فى صندوق محكم الغلق به مصدر لبخار الماء حتى تكتسب درجة كافية من الليونة ثم توضع بين لوحين من الزجاج على النحو السابق توضيحه ، وتهيأ للعرض بعد ذلك •

(ب) طبقـات الجلود الملتصقة :

ويتبع لفصل طبقات الجلود الملتصقة الطريقة الآتيـــة :

١ ــ تغمر الجلود الملتصقة فى اناء به بنزول ثم يوضع الاناء بعد ذلك فى ثلاجة ويظل بها حتى يتجمد البنزول •

ويتميز البنزول بأنه يتجمد فى درجات الحرارة المنخفضة ، وأن هذا التجمد يصحبه زيادة فى الحجم ، الأمر الذى ينتج عنه ضغط منتظم على أسطح الجلد الداخلية مما يؤدى الى فصلها ولو جزئيا فى بادىء الأمر •

٢ ــ تتكرر عملية غمر الجلود فى البنزول ثم وضعها فى ثلاجة حتى يتم فصل طبقات الجلد الملتصقة •• وقد يحتاج الأمر فى بعض الأحيان الالتجاء الى الطرق اليدوية أو الميكانيكية ــ بالاضافة الى الضغط الناشىء عن تجمد البنزول ــ وفى هذه الحالة يجرى ادخال مشرط أو سكين أو ملوق من البلاستك بين طبقات الجلد الملتصقة التى تم فصلها جزئيا بفعل الضغط الناشىء عن تجمد البنزول ودفعها برفق وحذر حتى تنفصل •

٣ ــ بعد اتمام فصل طبقات الجلد الملتصقة توضـع فى صندوق محكم الغلق به مصدر لبخار الماء الى أن تكتسب درجة كافية من الليونة ثم تفرد وتعد للعرض بالطرق السابق الاشارة اليها •

ازالة التجعــدات :

تعتمد عملية ازالة التجعـدات على اكساب الجلود القديمة الكميـة الكافية من الليونة التى تسمح بشــد المواضـع المجعدة دون خـوف من تمزقها •

وتتلخص الطريقة التى يمكن اتباعها فى الخطوات الآتيـــة :

١ ـ تنظف الجلود من العوالق والأتربة .

٢ ـ ترش الجلود بعد ذلك بمحلول من اليوريا أو بمحلول مخفف من الخل الطبيعى ، ثم تترك قليلا حتى تتشرب المحلول وتكتسب درجة كافية من الليونة .. ويراعى عدم استخدام أى من هذه المحاليل بكميات تزيد عن القدر اللازم لتطرية الجلد .

٣ ـ بعد أن تكتسب الجلود درجة كافية من الليونة تبدأ عملية ازالة التجعدات ، وذلك باجراء شد بسيط بالأصابع من حول هذه التجعدات ثم بشد أطراف الجلد بحذر ورفق شديدين .

٤ ـ بعد انتهاء عملية ازالة التجعدات ترش الجلود بقليل من محلول اليوريا ثم توضع بين ورقتين من الأوراق المشبعة بشمع البرافين وتكبس باستخدام مكبس يدوى مناسب .

٥ ـ تترك الجلود تحت الضغط حتى تجف تماما ثم ترفع وتعد للعرض بالطرق السابق ذكرها .

ثالثا ـ علاج الجلود التالفة بتأثير المياه

فى هذه الحالة يكون العلاج معقدا لدرجة كبيرة حيث تنمو عادة على مثل هذه الجلود أنواع معينة من الفطريات وتتغير رائحتها وتتأثر نقوشها اذا كانت محلاة بالألوان .

ولعلاج هذه الجلود يمكن اتباع الخطوات الآتيـة

١ ـ تنظف الجلود أولا لازالة ما عليها من أتربة وفطريات أو ما قد يكون عليها من طبقات جيلاتينية لزجة ، وذلك باستخدام فرشاة ناعمة جافة أو باستخدام الأنواع المناسبة من المشارط أو المكاشط .

٢ ـ تترك الجلود بعد تنظيفها لتجف بعض الشىء حتى تكتسب درجة كافية من التماسك .

٣ ـ تفرد الجلود قبل جفافها تماما على لوح من الخشب مغطى بالنايلون وتثبت أطرافها بدبابيس رفيعة من الصلب غير القابل للصدأ .

٤ ـ توضع الجلود بعد فردها فى صناديق محكمة الغلق بها مادة كيميائية ماصة للرطوبة مثل السيليكاجل (Silica gel) ويجب أن تظل الجلود محتفظة برطوبة نسبية مقدارها ٦٠ ٪ ، وهى الدرجة المناسبة لاحتفاظ الجلود بدرجة مناسبة من الليونة

دون تعرضها لخطر الاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٥ - تعالج الجلود بعد ضبط درجة رطوبتها النسبية عند ٦٠ ٪ بالمبيدات الفطرية والبكتيرية .

٦ - تحفظ الجلود بعد علاجها بالمبيدات الفطرية والبكتيرية بين لوحين من زجاج البلكسى (Plexi glass) حتى تكون بمعزل عن الأتربة وحتى لا يصيبها الالتواء اذا ما زادت درجة الجفاف فى الأجواء المحيطة بها عن الحد الملائم .

وكثيرا ما ترد الجلود الى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية بعد استخراجها من تربة رطبة أو تربة مشبعة بالماء .. ولما كانت هذه الجلود تصل الينا عادة على درجة كبيرة من الضعف والوهن ، فانها تتطلب طرقا خاصة للعلاج .

ولعلاج مثل هذه الجلود يمكن اتباع الطريقة الآتية :

(أ) تسجل حالة الجلود وتقاس أبعادها وتصور فوتوغرافيا .

(ب) تغسل الجلود بالماء المضاف اليه الكحول الاثيلى بنسبة ٥٠٪ لازالة ما قد يكون عالقا بها من قاذورات ، وذلك باستخدام فرشاة ناعمة .

(ج) تحك الجلود بعد ذلك برفق وحذر بمحلول من حمض الكربوليك درجة تركيزه ٢ ٪ فى الكحول الاثيلى باستخدام فرشاة ناعمة .

(د) تغمر الجلود بعد ذلك مباشرة فى اناء به فازلين منصهر درجة حرارته تتراوح ما بين ٨٠ درجة ، ١٠٠ درجة مئوية وتبقى به يوما أو أكثر .. أو فى حوض به شمع برافين منصهر درجة حرارته ١١٠ درجة مئوية لمدة نصف ساعة .

وتتم معالجة الجلود بالفازلين أو شمع البرافين بغرض اكساب الجلود درجة مناسبة من الليونة وعزلها عن تأثير الأجواء المحيطة .. ويفضل فى هذه الحالة اضافة قليل من بودرة القار الى الفازلين أو شمع البرافين لاكسابهما اللون الذى يتناسب مع لون الجلود القديمة .

رابعا - تطرية الجلود القديمة

من المعروف أن أغلفة المخطوطات والكتب القديمة كانت تصنع من الجلود .. ومن الأمور الملفتة للنظر أن عملية التغليف كانت فى الماضى

مجالا للتنافس الفنى ، حتى أننا نجد فى الكثير من الحالات أن الأغلفة القديمة لا تختلف عن اللوحات الزيتية أو نقوش التمبرا فى قيمتها الفنية ٠

ولقد تميزت كل فترة تاريخية بأسلوبها الفنى الذى يميزها عن باقى الفترات ٠٠ ولعل من أبرز الأمثلة على ذلك أغلفة المخطوطات الفارسية ٠

وهذه كلها أمور تجعل من الضرورى الحفاظ على الأغلفة القديمة بخصائصها الأصلية من حيث الشكل الظاهرى والسمات الفنية ٠

والجلود أحد المواد المتميعة (Hygroscopic) وهى تحتوى عادة على قدر من الرطوبة التى تختلف كميتها باختلاف كمية الرطوبة فى الأجواء المحيطة ، وهذا يعنى أن كمية الرطوبة التى تحتويها الجلود تكون فى حالة توازن مع الأجواء المحيطة ٠٠ أى أنها تأخذ أو تعطى الرطوبة حسب كمية الرطوبة المتواجدة فى الجو المحيط بها ٠

والواقع أنه يوجد بالجلود نوعان من الرطوبة وهما ، الماء المتحد كيميائيا ويطلق عليه بالانجليزية اسم (Hydration moisture) والماء الحر الممدص فيزيائيا ويطلق عليه بالانجليزية (Capillary moisture)

ويرتبط الماء المتحد كيميائيا برباط قوى بالمجموعات ذات الأقطاب (Polar groups) الموجودة بجزىء بروتين الجلد ، بينما يتواجد الماء الحر الممدص فيزيائيا فى المسام الشعرية الموجودة بالجلود ، وتختلف كميته تبعا للتركيب البنائى لألياف الجلد واتساع المسام الشعرية به ٠

وبطبيعة الحال فان القوة التى يرتبط بها الماء المتحد كيميائيا بجزىء البروتين تزيد كثيرا عن القوة التى يرتبط بها الماء الممدص فيزيائيا بجدران المسام الشعرية الموجودة بالجلد ٠٠ ويعنى هذا أن قابلية الجلود لفقد الماء الممدص فيزيائيا تزيد كثيرا جدا عن قابليتها لفقد الماء المتحد كيميائيا ٠

وعلى هذا يمكن القول بأن كمية الماء الممدص فيزيائيا تتوقف الى حد كبير على كمية الرطوبة المتواجدة فى الأجواء المحيطة وتختلف باختلافها ، بينما تتوقف كمية الماء المتحد كيميائيا على الخواص الكيميائية والطبيعية لجزىء بروتين الجلد ، ويظل الجلد محتفظا بها اذا لم يتعرض لجفاف شديد ودرجة حرارة عالية ٠

ولقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا الصدد أن فقد الجلد للماء الحر الممدص فيزيائيا يتسبب فى فقد الجلد لليونة ، بينما يؤدى فقد الجلد للماء المتحد كيميائيا الى تلف الجلد نتيجة لحدوث تغير فى التركيب الكيميائى والخواص الطبيعية للبروتين ٠

وعلى هذا الأساس تعتمد عمليات تطرية الجلود القديمة على عاملين على أكبر قدر من الأهمية وهما :

١ ـ تخزين الجلود القديمة التى ما تزال محتفظة بالماء المتحد كيميائيا فى أجواء تحتوى على الكمية المناسبة من الرطوبة ٠

٢ ـ معالجة هذه الجلود بالزيوت والمواد الدهنية ٠

وقد ثبت أن الزيوت والدهـون تقلل من قابلية الجـلود لفقد أو امتصاص الماء الحر أى الماء الممدص فيزيائيا ، كما أنها تزيد من مقاومتها للاعوجاج أو الالتفاف ٠٠ أى انها تزيد من مقاومة الجلود لعوامل التغير فى الشكل ٠

ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن الزيوت والدهون تزيد من مقاومة الجلود لعوامل التلف كمـا أنها تقلل من قوة احتكاك الأسطح الداخلية لألياف الجلد عند الاستعمال فضلا عن كونها تزيد من لدونة هذه الألياف ٠٠ وهذه كلها أمور تزيد من متانة الجلود وطراوتها وتحتم مداومة معالجة الجلود القديمة بمواد التطرية المناسبة ٠

وفيما يلى سوف نتناول كيفية تطرية الجلود القديمة مع الاشارة الى أهم المواد المستخدمة لهذا الغرض ٠

وقد تنوعت المواد المستخدمة فى تطرية الجلود القديمة واختلفت باختلاف معامل العلاج والترميم فى البلدان المختلفة ٠٠ وحسب ما جاء فى المراجع التى عنيت بهذا الموضوع نجد أن أهم المواد التى استخدمت فى تطرية الجلود القديمة هى :

١ ـ زيت الخروع الممزوج بالكحول الاثيلى والماء ٠

٢ ـ زيت كبد الحوت الممزوج باللانولين ٠

٣ ـ الفازلين ٠

٤ ـ مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتيـــة :

شمع نحل بنسبة	١٠ ٪
شمع برافين بنسبة	٢٠ ٪
فازلين بنسبة	٢٠ ٪
زيت تربنتين معدنى بنسبة	٥٠ ٪

٥ ـ مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتيـــة :

صابون أوليات البوتاسيوم	جزء واحد
زيت كبد الحوت	ثلاثة أجزاء
مـــاء	ثمانية أجزاء

٦ ـ زيت النيتسفوت النقى

Pure neat's foot oil

٧ ـ مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتيـــة :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جـم
شمع نحل	٣٠ جـم
ثيمول	٥ر٥ جـم
باراهيدوكسى دايفينل أمين	١٥ر٠ جم

(P-hydroxy diphenylamine)

٨ ـ مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتيـــة :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جـم
شمع نحل	٣٠ جـم
جلسرين	١٠ جـم
ثيمول	٣ جـم

٩ ـ مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتيـــة :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جـم
شمع نحل	٣٠ جـم
جلسرين	١٠ جـم
لانولين	٣٠ جـم
ثيمول	٤ر٣ جـم

١٠ ــ مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتيـــة :

زيت النيتسفوت	٢٥٪
زيت محركات (Turbine oil)	٦٠ ــ ٦٥٪
(خليط من القطفة الخامسة والقطفة الثانية)	
سيريسين (Ceresin)	٧ ــ ١٠٪
شمع نحل	٣ ــ ٥ ٪
باراهيدروكسى دايفنيل آمين	٠١ر٠٪

١١ ــ اللانولين النقى :

ولما كانت معظم المواد التى استخدمت فى تطرية الجلود القديمة قد حضرت بطريقة اجتهادية وفق معايير أساسها الخبرة المكتسبة من الممارسة، فلابد أن يتطرق الى الذهن سؤال هو :

ما هى أكثر هذه المواد صلاحية وأمانا ؟

وسوف نحاول الاجابة على هذا السؤال من خلال مناقشـــة المعايير العلمية التى يمكن على أساسها القول بأن هذه المادة أو تلك هى أصلح المواد وأكثرها أمانا ، وذلك على النحو التالى :

(أ) من الثابت علميا أن زيت التربنتين له قابلية كبيرة للتأكسد بفعل أكسيجين الهواء الجوى مكونا بيروكسيدات وأن هذه البيروكسيدات تتحلل معطية أكسيجين نشط يتفاعل مع الجلود مؤديا الى تلفها ٠

وعلى ذلك يمكن القول بأن مادة التطرية التى يدخل فى تركيبهـــا زيت التربنتين المعـــدنى بنسبة ٥٠ ٪ لا تصلح لأغراض تطرية الجلود القديمة ٠

(ب) من المعروف علميا أن مستحلبات الزيوت والصابون تنفصل الى أطوارها بمرور الوقت ، الأمر الذى يؤدى الى تبقع الجلود المعالجة بها بالزيت الذى ينفصل من المستحلب ٠

ومن ناحية أخرى فان المستحلب المائى للزيوت يعد من أفضل المنابت للبكتريا وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ٠

وعلى ذلك يمكن القول بأن مادة التطرية التى تحضر بمزج زيت كبد الحوت وغيره من الزيوت مع صابون أوليات البوتاسيوم والماء ليست من المواد التى يمكن استخدامها بأمان فى عمليات تطرية الجلود القديمة ٠

(ج) من الثابت علميا أن الزيوت غير المشبعة التى يحتوى جزيؤها على رابطتين مزدوجتين أو أكثر لها قابلية كبيرة لامتصاص الأكسيجين من الهواء الجوى فى أماكن الروابط المزدوجة مكونة بيروكسيدات ، ثم يلى ذلك عدة تفاعلات قد تتضمن تبلمر الجزيئات المؤكسدة وتحلل بعضها عند روابط البيروكسيد مؤدية الى جفافها وتحولها الى غشاء متجانس له صلابة الجيلاتين ٠٠ وهذه كلها أمور تجعل مثل هذه الزيوت غير صالحة لتطرية الجلود القديمة ٠

وعلى ذلك يمكن القول بأن زيت الخروع وزيت كبد الحوت ليسا من المواد المأمونة التى يمكن استخدامها فى التطرية ٠

(د) بما أن زيت النيتسفوت غير قابل للجفاف لاحتوائه على حمض الأولييك ٠٠ وبما أن زيت المحركات غير قابل للجفاف ٠٠ وبما أن شمع النحل غير قابل للاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ وبما أن الجلسرين يزيد كثيرا من ليونة الجلد ٠٠ وبما أن اللانولين وشمع البرافين والفازلين من المواد الثابتة كيميائيا ، فانه يمكن القول بأن مواد التطرية التى تحضر بمزج هذه المواد أو بعضها تعتبر من أكثر مواد التطرية صلاحية وأمانا ٠

خامسا ــ التقوية واستكمال الأجزاء الناقصة

اولا ــ التقوية :

ولو أنه من المستحيل اضافة عمر جديد للجلود القديمة اذا ما وصلت حالتها الى درجة كبيرة من التعفن والضعف ، الا أنه من الممكن تقويتها وذلك عن طريق تثبيتها على حوامل من قماش خفيف شفاف من الشيفون أو الكريبيلين ، وذلك باتباع الطريقة الآتيـــة :

١ ــ تنظف الجلود من العوالق السطحية باستعمال فرشاة ناعمة أو باستخدام قطعة من الاسفنج مبللة بالكحول الاثيلى المضاف اليه الماء بنسبة ٢٥٪ أو بأى مادة من المواد السابق الاشارة اليها ٠٠ ويجب تجنب استخدام الصوابين لكونها تؤثر على مواد الدباغة ٠٠ وفى الحالات التى يتحتم فيها استعمال الصابون فيجب استعمال صابون أوليات البوتاسيوم الذائب فى زيت التربنتين المعدنى ٠

٢ ــ تنزع الجلود اذا كانت مثبتة على حامل آخر بعد تطريتها بالكحول الاثيلى المضاف اليه الماء بنسبة ٢٥٪ ثم تفرد عن طريق تعريضها لبخار الماء فى صندوق محكم الغلق ٠

٣ ـ تطرى الجلود بعد فردها بمادة التطرية السابق الاشارة اليها وباتباع الطريقة التى سبق الحديث عنها .

٤ ـ تثبت الجلود بعد تطريتها على حوامل من قماش الشيفون أو الكريبلين باستخدام محلول من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز الذائب فى الماء بنسبة ٥ ٪

ثانيا ـ تكملة الأجزاء الناقصة

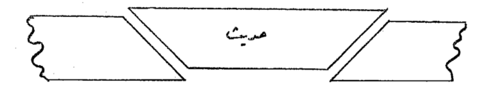
تستكمل الأجزاء الناقصة باستخدام جلد حديث يراعى فى اختياره تناسبه فى السمك واللون والنوعية مع ما يراد استكماله من الجلود القديمة ، وذلك باتباع الطريقة الآتية :

١ ـ توضع الجلود القديمة المراد استكمال ما بها من أجزاء ناقصة بعد فردها جيدا وازالة ما بها من تجعدات على لوح من الزجاج .

٢ ـ توضع قطع الجلد الحديثة المختارة لاستكمال الأجزاء الناقصة على لوح الزجاج تحت مواضع الأجزاء الناقصة المراد استكمالها مباشرة ثم تحدد حدود الأجزاء الناقصة على قطع الجلد الحديثة .

٣ ـ ترفع قطع الجلد الحديثة ويقص منها الجزء الزائد عن مساحة الأجزاء الناقصة من الجلد القديم فيما عدا ٥ مم حول محور التجميع لاستخدامها فى لصق قطع الجلد الحديثة بالجلد القديم .

٤ ـ ترقق حواف الجلد القديم حول محور التجميع كما ترقق أيضا حواف قطع الجلد الحديث فى نفس الاتجاه ، وذلك باستخدام مشرط حاد وعلى النحو الموضح بالرسم .



« رسم يوضح كيفية تجهيز قطع الجلد الحديث لاستكمال الأجزاء الناقصة فى الجلد القديم »

٥ ـ تدهن حواف الأجزاء الناقصة من الجلد القديم وحواف قطع الجلد الحديث المعدة لاستكمالها بالمادة اللاصقة ، وهى اما مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) أو مستحلب البولى مثيل ميثاكريلات ثم يلصقان معا .

وتزال الكميـــة الزائدة من المادة اللاصقة بقطعـة من القماش المبلل بالماء ٠

٦ ـ توضع الجلود بعد ذلك بين فرخين من الورق المشبع بشمع البرافين وتنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن تجف المادة اللاصقة تمـاما ٠

عـلاج وترميم الرق

الرق هو جلد مندوف الشعر غـير مدبوغ لا يختلف من الناحيـة الكيميائية عن أى نوع آخر من الجلود الا فى طريقة صنعه وتجهيزه ٠

ولقد سبقت الاشارة ونحن بصدد الحديث عن طريقة صناعة الرق الى أن الخطوة النهائية فى عملية تجهيز الرق كمادة يكتب عليها تتلخص فى تغطية سـطح الجلد بعـد أن يتخلص مما به من عصـارة بمسحوق الطباشير الناعم ثم يحك عليه برفق شديد بحجر خفاف أو حكاك حتى يتداخل الطباشير فى مسام الجلد ويحفظ ما بها من رطوبة ، وعلى ذلك فان الرق بجميع أنواعه قاعدى الخواص ٠٠ ولقـد هيأت للرق طبيعته القاعدية الوقاية ضد الاصابة بالفطريات والكائنات الحية الدقيقة التى تعيش فى الأجواء الحمضية ٠

ومقاومة الرق لتـأثير الأجواء الحمضية تميزه عن الجلود المدبوغة بمقاومته لعوامل التلف وبطـول فترة بقـائه ٠٠ على أن طبيعـة الرق القاعدية تعرضه فى نفس الوقت لبعض الأضرار التى من أهمها اصفرار لونه اذا تناولته أيد كثيرة أو اذا تعرض للأتربة ، وذلك لأن ذرات مركبات الحديد التى تحتويها الأتربة لا تلبث أن تتحول الى هيدروكسيد الحديد مسببة هذا اللون الأصفر ٠

والرق بوصفه أحد المواد المتميعة (Hygroscopic) له حساسية كبيرة للرطوبة ، ولذلك فانه عندما يتعرض لتأثير أجواء عالية الرطوبة مدة طويلة من الزمن يتحول الى ما يشبه الجيلاتين ٠

والرق فى الحالات العادية له قدرة كبـيرة على التعادل مع الجـو المحيط به بامتصاص أو اعطاء الرطوبة ٠٠ ولقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا الصدد أن الرق يحتوى على الماء الحر بنسبة ١٠ ٪ من وزنه عندما يوجد فى جو رطوبته النسبية ٤٠ ٪ وأنه يحتوى على الماء الحر بنسبة ٣٠ ٪ من وزنه عندما يوجد فى جو رطوبته النسبية ٨٠ ٪ ٠

واذا وجد الرق فى جو جاف لمدة طويلة فانه يفقد ليونته وان كان

يستعيدها ثانية اذا زادت نسبة الرطوبة فى الجو المحيط به ، وعلى ذلك فانه من الواجب بل من الضرورى الاحتفاظ بالرطوبة النسبية فى الجو المحيط به فى حدود الدرجات المأمونة وهى من ٥٥ ٪ الى ٦٥ ٪ فى درجات حرارة تتراوح بين ١٧ درجة ، ٢٥ درجة مئوية ٠

ومن ناحية أخرى فقد أثبتت الدراسات البيولوجية أن بقاء الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بالرق بهذه النسب المحددة هو فى الواقع من أنجح الوسائل لوقايته من الاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقـة ٠

ويشتمل علاج وترميم الرق على عدة عمليات أساسية هى :

١ ـ التنظيف وازالة البقع ٠

٢ ـ التطـرية ٠

٣ ـ الفرد وازالة التجعدات ٠

٤ ـ ترميم التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة ٠

وفيما يلى سوف نتكلم عن هذه العمليات بالتفصيل وذلك على النحو التالى :

أولا ـ التنظيف وازالة البقع

ينظف الرق مما قد يكون عالقا به من أوساخ وأتربة بفرشاة ناعمة جافة أو باستخدام مشرط غير حاد ٠٠ وفى الحالات التى لا تكفى فيها هذه الطرق اليدوية فيمكن استخدام الكحول الاثيلى المضاف اليه الماء بنسبة ٢٥٪ ، وذلك فى الأماكن غير المزينة بالألوان أو الأماكن غير المكتوبة ٠٠ أما الأجزاء المنقوشـة أو المكتوبة فيمكن تنظيفها بالكحول الاثيلى بحيث لا تقل درجة تركيزه عن ٩٥ ٪ ٠

وفى الحالات التى تكون فيها القاذورات أو الأتربة متداخلة فى مسام الرق فيستخدم بعد ازالة الأتربة والعوالق السطحية وبعد تثبيت النقوش والكتابات صابون أوليات البوتاسيوم على صورة ملحول فى زيت التربنتين المعدنى درجة تركيزه ٢ ٪ ٠٠ ويجرى العمل باستخدام اسفنجة مبللة بقليل من محلول الصابون يدعك بها سطح الرق برفق وحذر مرة تلو الأخرى الى أن يتم تنظيفه تماما ٠

وفى نهاية عملية التنظيف يشطف الرق باستخدام اسفنجة مبللة

بقليل من زيت التربنتين المعدنى ويستمر العمل الى أن يتم ازالة آثار الصابون ثم يترك الرق ليجف فى درجة الحرارة العادية ٠

وعملية ازالة البقع من الرق شأنها فى ذلك شأن ازالتها من الجلود القديمة تتطلب دراية كبيرة وحذرا شديدا اذ يتوقف نجاح عملية ازالة البقع على كيفية استخدام المحاليل الكيميائية وعلى اتخاذ الاحتياطات الكفيلة بمنع انتشار هذه البقع فى الأماكن المجاورة لها ٠

ومن الضرورى جدا أن يضع القائمون بالعمل نصب أعينهم عند ازالة البقع الأمور الهامة الآتيــة :

١ ـ عدم استخدام محاليل المواد القلوية ، فالرق وهو من المواد البروتينية قابل للذوبان فى القلويات ٠

٢ ـ عدم استخدام المواد الكيميائية القاصرة أو المزيلة للألوان التى يتولد منهــا غــاز الكلور ويكتفى باســتخدام محلول من فوق أكســيد الهيدروجين (ماء الأكسيجين) ٠

٣ ـ عدم استخدام محاليل الأحماض القوية المركزة ٠

٤ ـ عدم استخدام حمض النيتريك اذ أنه يصبغ المواد البروتينية ومنها الرق باللون الأصفر ٠

٥ ـ تجنيب استخدام المحاليل المائية ٠٠ وفى حالة استخدامها تستخدم باردة أو دافئة ٠

٦ ـ يجب تثبيت الكتابات والنقوش ان وجــدت ٠٠ ويمكن استخدام محلول من مادة الكلاتون الذائبة فى الكحول الاثيلى المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠ ٪ ٠

٧ ـ يجب التخلص نهائيا من آثار المواد الكيميائية التى استخدمت فى ازالة البقع ٠

ويجدر التنويه الى أن محاليل المواد الكيميائية التى يمكن استخدامها فى عملية ازالة البقع من الرق لا تختلف عن المحاليل التى تستخدم لازالة البقع من الجلود القديمة ٠٠ ويمكن الرجوع اليها واختيار ما يصلح منها ٠

ثانيا ـ تطـرية الرق

تعتمد عمليات تطرية الرق شأنها فى ذلك شأن عمليات تطرية الجلود القديمة على عاملين هما :

١ ــ تخزين الرق الذى ما يزال محتفظا بالماء المتحد كيميائيا فى أجواء تحتوى على كمية الرطوبة المناسبة ٠

٢ ــ معالجة الرق بالمواد الزيتية والدهنية ، وذلك على أساس أن الزيوت والدهون تقلل من قابلية الرق لفقد أو امتصاص الماء كما أنها تزيد من مقاومته للاعوجاج أو الالتفاف ٠٠ أى أنها تزيد من مقاومته لعوامل التغير فى الشكل ٠

ون ناحية أخرى فانها تقلل من قوة احتكاك الأسطح الداخلية للألياف عند الاستعمال فضلا عن كونها تزيد من لدونة هذه الألياف ٠

وفيما يلى سوف نتناول أهم المواد التى يمكن استخدامها لتطرية الرق القديم وهى :

ـــ مستحلب الاسبرماسيتى ١٢ر٠ ٪

(Spermaceti emulsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٩٥ ملليلترا من الكحول الاثيلى النقى ٩٥ ٪ ٠

٢ ملليلترا من الجلسرين ٠

٣ ملليلترا من الاسبرماسيتى الذائب فى البنزين بنسبة ٤ ٪ ٠

ـــ مستحلب البيض (Egg emulsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٣٠ ــ ٤٠ جم من صفار أو بياض البيض

٢٠ ــ ٣٠ ملليلترا من الجلسرين

٢٠ ــ ٣٠ ملليلترا من الماء المقطر

٣ ملليلترا من النوشادر

١٠ ملليلترا من زيت التربنتين المعدنى

٦٠ ــ ٧٠ ملليلترا من الكحول الاثيلى النقى ٩٦٪ ٠

زعتر (ثيمول) بواقع ٢ ٪ من الحجم الكلى للمزيج

ـــ مستحلب اللانولين (Lanolin emulsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٥ جم من الكحول الاثيلى النقى ٩٦ ٪ ٠
١٠٠ جم من الماء المقطر ٠
٥ جم من اللانولين ٠
١٠ جم من الجلسرين ٠
٢ جم من أحد الصوابين غير الأيونية ٠

ـ محلول من اليوريا الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠ ٪ :

ولا يفوتنى أن أنوه فى هذا الصدد الى البحث القيم الذى أجراه بيلايا (I. K. Belaya) والذى سبق لنا تناوله بالتفصيل عند الحديث عن طرق فحص الرق (يرجع اليه) ٠

وقد انتهى بيلايا فى بحثه هذا الى استخلاص النتائج الهامة الآتية :

١ ـ اليوريا (Urea) الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠ ٪ هى أفضل المواد لتطرية الرق القديم المجعد ٠

ولزيادة قوة ومرونة الرق الذى استخدمت اليوريا فى تطريته يعالج بمستحلب من الاسبرماسيتى بنسبة تركيز تتراوح ما بين ١ ، ٢ ٪ ٠

٢ ـ الرق غير المتصلب وغير المجعد لا يعالج بمحلول اليوريا اذ يكفى لتطريته بعد تنظيفه جيدا مستحلب الإسبرماسيتى الذى تتراوح درجة تركيزه ما بين ١ ، ٢ ٪ حسب سمك صحائف الرق ٠

٣ ـ تطرية الرق باليوريا الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠ ٪ لا يؤدى الى حدوث زيادة حادة فى قابلية الرق لامتصاص الرطوبة (Hygroscopicity)

٤ ـ الزيادة الطفيفة فى قابلية الرق الذى جرت تطريته بمحلول اليوريا لامتصاص الرطوبة ـ والتى تراوحت نسبتها ما بين ٥ر٠ ، ٥ر١ ٪ ـ تحت تأثير الظروف العادية لا تؤدى الى تلف الرق بل نجد أنهـا تساعد على المحافظة على مرونته ٠

ثالثا ـ الفرد وازالة التجعدات

تعتمد عملية الفرد وازالة التجعدات على اكساب الرق الجاف الدرجة المناسبة من الليونة والكمية الملائمة من الرطوبة حتى تصل طراوته الى الدرجة التى تسمح بالشد دون خوف من تمزقه ·· وتتلخص الطريقة التى يمكن اتباعها فى الخطوات الآتيـــة :

١ ـ ينظف الرق من العوالق السطحية والأتربة ·

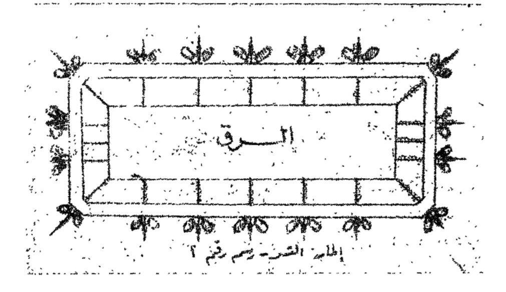
٢ ـ يوضـع الرق فوق لوح من الزجاج ثم يرش بمحلول من اليـوريا الذائبة فى الكحول الاثيلى بنسبة ١٠ ٪ ويترك قليلا حتى يتشرب المحلول ويكتسب درجـة كافية من الليونة والطراوة ·· ويراعى عـدم استخدام محلول اليوريا بكميـة تزيد عن القدر اللازم حتى لا يتحول الرق الى ما يشبه الجيلاتين ·

٣ ـ بعد أن يكتسب الرق الدرجة المناسبة من الليونة يبدأ فى عملية الفرد وازالة التجعدات وذلك باجراء شد بسيط بالأصابع من حول التجعدات ثم بشد أطراف الرق بحذر شديد ·

٤ ـ يرش الرق بعد الانتهاء من عملية الفرد وازالة التجعدات بكميـة صغيرة من محلول اليوريا ثم يوضع بعد أن يتشرب المحلول بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين وينقل الى مكبس يدوى أو آلى ويترك به حتى يجف تماما ·

٥ ـ يعد الرق للعرض بعد الانتهاء من عملية الفرد وذلك بوضعه بين لوحين من زجاج البلكسى Plexi glass
منافذ لمرور تيار ضعيف من الهواء ثم يحفظ الرق بعد ذلك فى درجات الحرارة والرطوبة المناسبة ·

وفى حالة التجعدات التى لا يمكن ازالتها باجراء شد بسيط من حولها بالأصابع ثم كبسها ، فانه يستخدم لذلك نوع من البراويز أو الاطارات التى تسمى باسم اطارات الشد ، وهى مجهزة بطريقة معينة تمكن من اجراء الشد المطلوب بطريقة منتظمة وفى كل الاتجاهات بواسطة مسامير من القلاووظ · (انظـر الرســم) ·



« رسم يوضح كيفية فرد الرق وازالة التجعدات »
« باستخدام اطارات الشد »

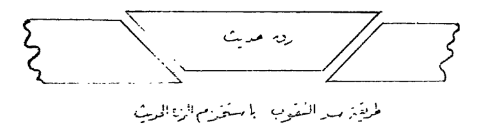
رابعا ـ ترميم التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة

(أ) اذا كان الرق ممزقا فيمكن لصق أجزائه باستخدام محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٠ ٪ ٠ وتتم عملية اللصق عن طريق دهان أطراف الأجزاء الممزقة ، حيث تتحول أطراف هذه التمزقات بفعل الحمض الى ما يشبه الجيلاتين ثم تكبس فورا وتترك لتجف ٠٠ وبهذا تلتصق الأجزاء الممزقة بعضها بالبعض الآخر ٠

(ب) اذا كانت هناك أجزاء ناقصة وخاصة فى الأطراف ويراد استكمالها فيستخدم لذلك قطع من رق حديث يراعى فى اختياره تناسبه فى السمك واللون مع ما يراد ترميمه من الرق القديم ٠ وفى هذه الحالة لا يكفى استخدام محلول من حمض الخليك ، ولكن تستخدم لهذا العرض مادة لاصقة قوية ٠٠ وفى هذا الصدد يفضل استخدام مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) أو مستحلب البولى مثيل ميثاكريلات أو محلول كحولى من الاثيل سليولوز درجة تركيزه ١٥ ٪ وعلى أن تضاف اليه مادة فيثالات ثنائى البيوتيل (dibutyl phethalate) كمادة لدنة ٠

ويتم العمل عن طريق دهان أطراف الرق القديم والحديث بالمادة اللاصقة ، وذلك بعد بردها بميل حتى تتداخل معا ، ثم يوضع الرق بين

ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين وينقل الى مكبس يدوى ء آلى ويترك به حتى تجف المادة اللاصقة تماما .



طريقة سد الثقوب باستخدام الرق الحديث

المراجع

أولا ـ المراجع الأجنبيــة :

1. Barrow, W. J. : Manuscripts and documents, their deterioration and restoration, Charlottesville, University of Virginia Press, 1955.

2. Barrow, W. J. : Deterioration of Book Stock, Causes and Remedies, Edited by Randolph W., Church Richmond, The Virginia State Library, 1959.

3. Barrok, W. J. : Test data of naturally aged Paper. Permanence/Durability of the Book. II. Richmond, Virginia, 1964.

4. Barrow, W.J. : Spray deacidification. Permanence/Durability of the Book. III, Richmond, Virginia, 1966.

5. Banks, P. : The Scientist, the Scholar and the Book Conservator : Some thoughts on Book Conservation as a Profession, DAGLI ATTI DELLA XLIX RIUNIONE DELLA S.E.P.S., September 1967.

6. Banks, P. : Paper Cleaning, Restaurator, Vol. I, No. 1, 1969.

7. Baynes-Cope, A. D. : The None-Aqueous Deacidification of Documents, Restaurator I, 1969.

8. Becker, E. S., Hamilton, J. K. and Lucke, W. E. : Cellulose Oligo-Saccharides as model Compounds in Chlorine dioxide bleaching, Tappi 48, 60-64, No. 1, 1965.

9. Belaya, I. K. : Softening and Restoration of Parchment in Manuscripts and Bock bindings, Restaurator I, 1969.

10. Belaya, I.K. : The Action of Certain Antiseptics on Paper,

Collection of materials on the Preservation of Library Resources, No, 2, Edited by L.G. Petrova, Moskow, 1953.

11. Belaya, I.K. : The Action of Short Wave Ultraviolet Irradiation by Bactericidal Lamps on Paper, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moskow, 1953.

12. Belaya, I. K. : Softening Leather Bindings, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow, 1958.

13. Belaya, I.K. : Glue for Restoration of Leather Bindings, Collection of Materials on the Presservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow, 1958.

14. Belyakova, L.A. : The Mold Species and their Injurious Effect on Various Book Materials, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O. V. Kozulina, Moskow, 1958.

15. Belyakova, L. A. : The Resistance of Fungi to Fungicides, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow, 1958.

16. Belyakova, L. A. : Choice of Antiseptic for Mold Control on Book Gluc, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow, 1958.

17. Belyakova, L.A. : Protection of Leather Bound Books from Mold Attack, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow, 1958.

18. Belyakova, L.A. : Effect of Ultraviolet Radiation by Bactericidal Lamps on Spores of Mold Fungi, Collection of Materials on the Preservation of Liberary Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and OV.. Kozulina, Moskow, 1958,

19. Belen'kaya, N. G. : Methods of Restoration of Books and Documents, New Methods For the Restration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.

20. Belen'kaya. N. G., and Strel'tsova, T.N. : Restoration and Preservation of Books and Documents by Thermoplastic Film Coating, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents, and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.

21 Boustead, W. M. : The Surface PH Measurement and Deacidification of Prints and Drawings in Tropical Climates, Studies in Conservation, Vol. 11, 1967.

22. Browning, B. L. : Analysis of Paper, New York, 1969.

23. Casiani, F. : Uses of Chlorine dioxide and Chlorites in Pulp and Paper, Trade Journal, 136, NO. 10, pp. 21-25, 1953.

24 Cravens, B. B. : Stabilized Chlorine dioxide for microorganism Control, Tappi 49, No. 8, 53 A-55 A, 1966.

25 Crawford, R. A. and Dewitt, B. J. : Decomposition rate studies in the gaseous Chlorine dioxide-Water System, Tappi 51, No. 5 p,p. 226-230, 1968.

26. Crawford, L. A. : Chlorine dioxide of eucalypt Soda Pulp, Appita 23, No. 2, pp. 115-123, 1969/1970.

27 Cunha, George D. M. : Conservation of Library Materials, A Manual and Bibliography on Care, Repair and Restoration of Library Materials, The Scare Crow Press, Inc. Metuchen, N. J.., U.S.A., 1967.

28 Czerwinska, E., Kowalik, R. and Wisniewski, T. : Determination of the Resistance of Plastics to Mold. ACTA, Microbiologico Polonica, 12, 1963.

29. Carson, F. T. : Effect of Humidity on Physical Properties of Paper, Washington, U.S. Government Printing office, 1940.

30. Doe, B. Notes on Museum and Art Gallery Lighting in the Tropics, Studies in Conservation Vol. 12, 1967.

31. Ernest, F. M. : Manufacture and use of Chlorine dioxide in Pulp Bleaching, Paper Trade Jornal, 143, pp. 46-50, 1959.

32. Erastov, D.P. : Control of Operating Conditions in Reproduction Technique for High Lighting Faded Images, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.

33. Feller, R. Van Schendel, A., Thomson, G. and Werner, A. : Synthetic Materials used in the Conservation of Cultural Property, Rome Center Publications, 1963.

34. Faller, R. : The Deteriorating Effect of Light on Museum Objects, Museum News, Technical Supplement, No. 3, June 1964.

35. Gettens, R. J. : The bleaching of Stained and discoloured Pictures on Paper With Sodium Chlorite and Chlorine dioxide, Museum 5, pp. 116-130, 1952.

36. Harrison, W. D. : Bleaching With Chlorine dioxide, TAPPI monograph No. 10, pp. 119-135, 1953.

37. Haller, J. F. : Chlorine dioxide and Safety, Tappi 38, No. 4, pp. 199-202, 1955.

38. Hatton, J. V., Murray, F. E. and Clark, T. P. : Studies on delignification of Kraft Pulp in the first bleaching stage using Chlorine and Chlorine dioxide, Pulp and Paper Magazine of Canada 67, pp. 241-248, 1966 and 68, pp. 181-190, 1967.

39. Homans, R. H. Brightness Stability as affected by PH in the Chlorine dioxide Stages of bleaching, Southern Pulp and paper Manufacturer 25, No. 10, pp. 62-64, 1962.

40. Kowalik, R. : Conservation of Cultural Property, Serial No. 2268/RMs. Rs/CLP, UNESCO, Paris, January 1971.

41. Kozulina, O.V. : Dermestid Book Pests and Measures for their extermination, Collecation of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow, 1958.

42. Langwell W. H. : The Conservation of books and Documents, Pitmann, London, 1957.

43. Lee, H. N. : Established Methods for Examination of Paper, Technical Studies in the Field of the Fine Arts, Vol. 3, No. 1, July 1934.

44. Lucas, A. : Ancient Egyptian Materials and Industries. 2nd Edition, Edward Arnold & Co. London, 1934.

45. Lyublinskii. V. S. : Two Difficult Cases of Restoration of Fadad Text, New Methods for the Restoration anl Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.

46. Moss, A. A. : The application of X-Rays, GAMMA Rays, Ultra-Violet and Infra — Red Rays to the Study of Antiquities, Museum Technique, Parl B. Section 4, London, 1954.

47. Ogran, R.M. Design for Scientific Conservation of Antiquities, Butter Worths, London, 1968.

48. Plenderleith, H. J. : The Conservation of Prints, drawings and manuscripts, Oxford, The museum Associations by Oxford University Press. 1937.

49. Plenderleith, H. J. : The Conservation of Prints, drawings and manuscripts, Oxford, The museum Associations by Oxford University Press, 1937.

50. Plenderleith, H. J. and Phillipot, P. (editor), Climatology and Conservation in Museums, Rome Center Publications, 1960.

51. Plumbe, W. J. : The Preservation of Books in Tropical and Sub-tropical Countries. Vol. I, Kuala Lampur, Oxford University Press, 1964.

52. Petrova, G. I. : Insects in Book Store rooms and Disinfestation Measures, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources; No. 2, Edited by L. G. Petrova, Moskow, 1953.

53. Petrova, A. P., Zavgorodnyaya and Zagylyaeva Z.A. : The

effect of Higr-Frequency Electro-Magnetic Feilds on Paperdestroying Mold Fungi, New Methcds for the Restoration and Preservation of Documents and Books Editor-in-Chief N. Ya. Sclechnik, Moskow, 1960.

54. Pravilova, T.A., Solechnik, I. Ya. and Khodarinova, G. N. Effect of a High-Frequency Electromagnetic Field on Paper, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief S. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.

55. Petrova, A. P. Zavgorodnyoya and Pravilova, T. A. : Disinfection of Books and Documentary Materials by a High -Frequency Electro magnetic Field, New Methods for the Restoration and Preservation of Documests and books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.

56. Pravilova, T.A. : Aging of Paper, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.

57. Rapson, H. W. : Chlorine dioxide bleaching, Paper Industry 36, No. 6, pp. 575-578, 1954.

58. Rapson, W. H. and Anderson, C. B. : Mixture of chlorine dioxide and Chlorine in the Chlorine in the Chlorination stage of Pulp bleaching, Pulp and Paper Magazine of Canada 67, No. 1, pp. 47-55, 1966.

59. Rapson, W. H. : Chlorine dioxide bleaching today and tomorrow-new developments in bleaching and generating Cl O2 — Processes Compared-Cost data given in : Pulp and Paper 32, No. 1, pp. 46-51, 1958.

60. Rybakova, S. G. : Control of Mold Fungi on Books, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L. G. Petrova, Moskow, 1953.

61. Santucci, L. : The application of Chemical and Physical Methods to Conservation of Archival Materials, Bollettino dell-Instituto di Patrologia del Libro "Alfonso Gallo" January 1961.

62. Santucci, L. : Report on Paper Stability, Part 1. Survey of Literature, Discussion and some Experimental Contribution, Bolletino dell "Instituto di Patologia del Libro" Alfonso Gallo, January-December, 1963. ...

63. Shahin, A. : Eisengallustinten-Ihre Nature Und Regenerierung, Mitt. & IADA Bd. 3, 1973.

64. Shahin, A., Wachter, O : Simplification of the Chlorine Dioxide Bleaching System, Works of Art on Paper and Parchment, London, 1972.

65. Shahin, A., Wachter, O. and Rocket, F. : Desinfektion, Bleichung and Ligninabbau Mittels Chlodioxid, Internationaler Graphischer Restauratorentag, IADA, 1971.

66. Turner, R. M. : The Microbiology of Fabricated Materials, Churchill LTD., London, 1967.

67. Thomson, G. : Air Pollution, A review for Conservation Chemists, Studies in Conservation, Vol. 10, No. 4, 1965.

69. Thomson, G. Annual Exposure to Light Within Museums. Studies in Conversation, Vol. 12, 1967.

69. Thomson, G. : Conservation and Museum Lighting, Museums Association information Sheet, Museum Association, May 1970.

70. Thorstensen, Thomas C. : Practical Leather Technology, Van Nostrand Reinhold Company, New York.

71. Waterer, Johnow : A guide to the Conservation and Restoration of Objects made Wholly or in Part of Leather, G. Bell & Sons, London, 1972.

72. Weidner, Marilyn K., Damage and Deterioration of Art on Paper due to Ignorance and the Use of Faulty Materials, Studies in Conservation, Vol. 12, 1967.

73. Werner, A.E. : The Lamination of Documents, Problems of Conservation in Museum George Allen & Unwin LTH., London, 1969.

74. Wilson, W. K. : Reflections on the Stability of Paper, Restaurator, Vol. 1, No. 2, 1969.

75. Yabrova, R. R. : The Prevention of Aging of Books and Newspapers, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moskow, 1953.

76. Yabrova, R.R. : Artificially Accelerated Aging of Paper, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moskow, 1953.

77. Yabrova, R. R. : The Effectiveness of Book Reinforce-by Poly-Methylacrylate Emulsion, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow. 1958.

78. Yabrova, R. R. : Treatment of Paper with Certain Polyacrylate Resins. Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L. A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow, 1958.

79. Yabrova, R. R. : Removal of Dyes from Paper, Collection of Materials on the preservation of Library Resour, ces, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moskow, 1953.

80. The bleaching of Pulp. Prepared under the direction of the Tappi Pulp Purification Committee, New York : Tech. Association of the Pulp and Paper Industry, 1933. (Tappi Monograph Series, 10.)

81. The hand book of Pulp and Paper technology, Edited by kenneth W. Britt. New York, Reinhold (etc.), 1964.

ثانيا ـ المراجع العربية :

٨٢ ـ د. أحمد كامل عزب ـ علم الحشرات العام ـ مكتبة الأنجلو المصرية ـ القاهرة .

٨٣ ـ أبو صالح الألفى ـ الفن الاسلامى أصوله فلسفته مدارسه ـ المطبعة العالمية ـ القاهرة ١٩٦٦ .

٨٤ ـ اعتماد القصيرى ـ فن التجليد عند المسلمين ـ الجمهورية العراقية ـ وزارة الثقافة والاعلام ـ المؤسسة العامة للآثار والتراث ـ بغداد ١٩٧٩ .

٨٥ ـ ألفريد لوكاس ـ المواد والصناعات عند قدماء المصريين ـ الطبعة الثالثة ـ ترجمة الدكتور زكى اسكندر ومحمد زكريا غنيم ـ دار الكتاب العربى ـ القاهرة .

٨٦ ـ ب. بافلوف و أ. بترينتينيف ـ الكيمياء العضوية ـ دار « فير » للطباعة والنشر ـ الاتحاد السوفييتى ـ موسكو ١٩٧١ .

٨٧ ـ د. حجاجى ابراهيم محمد ـ أصباغ مصر وأحبارها عبر العصور ـ الطبعة الأولى ـ مكتبة سعيد رأفت ـ عين شمس ـ القاهرة ١٩٨٤ .

٨٨ ـ د. حسام الدين عبد الحميد محمود ـ تكنولوجيا صيانة وترميم المقتنيات الثقافية . مخطوطات . مطبوعات . وثائق . تسجيلات ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب ـ القاهرة ١٩٧٩ .

٨٩ ـ د. حسام الدين عبد الحميد محمود ـ المنهج العلمى لعلاج وصيانة المخطوطات والأخشاب والمنسوجات الأثرية ـ مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب ـ القاهرة ١٩٨٤ .

٩٠ ـ د. زكى محمد حسن ـ الفنون الايرانية فى العصر الاسلامى ـ الأعمال الكاملة للدكتور زكى محمد حسن ـ دار الرائد العربى ـ بيروت ١٩٨١ .

٩١ ـ د. عبد الستار الحلوجى ـ المخطوط العربى من نشأته الى آخر

القرن الرابع الهجرى ـ جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية ـ الرياض ١٩٧٨ ٠

٩٢ ـ عبد المعز شاهين ـ طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب ـ القاهرة ١٩٧٥ ٠

٩٣ ـ عبد المعز شاهين ـ الأسس العلمية لعلاج وصيانة الرق والبردى ـ هيئة الآثار المصرية ـ قطاع المتاحف ـ القاهرة ١٩٨٠ ٠

٩٤ ـ عبد المعز شاهين ـ علاج وصيانة بعض قطع الرق والبردى من المتحف القبطى بالقاهرة ـ رسالة ماجستير ـ اشراف الدكتور زكى اسكندر ـ كلية الآثار ـ جامعة القاهرة ١٩٧٨ ٠

٩٥ ـ م٠ س٠ ديماند ـ الفنون الاسلامية ـ ترجمة أحمد محمد عيسى ـ مراجعة وتقديم الدكتور أحمد فكرى ـ دار المعارف ـ القاهرة ١٩٨٢ ٠

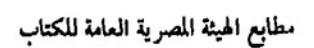
٩٦ ـ محمد محمد الصغير ـ البردى واللوتس فى الحضارة المصرية القديمة ـ رسالة ماجستير ـ اشراف الدكتور عبد العزيز صالح ـ كلية الآثار ٠ جامعة القاهرة ١٩٧٦ ٠

الفهرس

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ١٥٥٦/١٩٩٠

ISBN — ٩٧٧ — ٠١ — ٢٣٢٨ — ٥


مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب